*Postverlagsort Würzburg 2*

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
**ERICH v. HOLST**

HERAUSGEGEBEN VON
**ERNST LAMLA**

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. v. FICKER
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE · A. KUHN
M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL · H. REIN

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

**39. JAHRGANG** **HEFT 7** (ERSTES APRILHEFT) **1952**

## INHALT:

**AUFSÄTZE.** Seite

Kontrasteffekt dicker Objekte im Phasenmikroskop. Von A. Frey-Wyssling . . . . . 145
Neue Erkenntnisse über den Schalenbau von Diatomeen. Von J.-G. Helmcke und W. Krieger . . . . . 146

**BERICHTE.**

Die Neutronenkomponente der Ultrastrahlung. Von G. Pfotzer 149

**KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.**

Zur Morphologie der Chrysotilasbestfaser. Von W. Noll und H. Kircher . . . . . 158
Tetragonal verzerrte dichteste Kugelpackungen bei valenzelektronenarmen intermetallischen Phasen. Von K. Schubert 159
Redoxpotentiale aromatischer Nitroso-Hydroxylamin-Verbindungen. Von L. Holleck und H. J. Exner . . . . . 159
Nachweis von D-Psicose als Umlagerungsprodukt von Glucose, Fructose und Mannose. Von F. Schneider und G. A. Erlemann . . . . . 160
Zur Funktion der Perikardialzellen, weitere experimentelle Untersuchungen an der Larve von Panorpa communis L. Von I. Schwinck . . . . . 160
Einfluß der Wachstumsbedingungen auf die „Tötung" von bact. coli durch UV-Licht und Kritik des Eintreffermodells. Von H. Engelhard und T. Houtermans . . . . . 161
Über das Studium der Chondriosomen der Soorhefe (Monilia albicans) und ihr Nachweis mit Triphenyltetrazoliumchlorid. 2. Mitteilung. Von W. Seyfarth . . . . . 162

Seite

**BESPRECHUNGEN.**

P. Frauenfelder und P. Huber, Einführung in die Physik. (Ref.: H. Pick) . . . . . 163
H. Falkenhagen, Statistik und Quantentheorie. (Ref.: W. Kofink) . . . . . 163
W. Finkelnburg, Einführung in die Atomphysik. (Ref.: F. Sauter) . . . . . 164
G. Herrmann und S. Wagener, Die Oxydkathode. (Ref.: E. Krautz) . . . . . 164
H. Henecka, Chemie der Beta-Dicarbonyl-Verbindungen. (Ref.: H. B. König) . . . . . 164
K. Paech, Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe. (Ref.: M. Steiner) . . . . . 165
J. Bonner, Plant Biochemistry. (Ref.: M. Steiner) . . . . 165
A. Niethammer, M. Berninger und R. Krehl-Nieffer, Mikrobiologische Heilmittel. (Ref.: A. Rippel-Baldes) . 166
H. Schanderl, Die Mikrobiologie des Weines. (Ref.: K. Rippel) 166
R. Kolkwitz, Ökologie der Saprobien. (Ref.: A. Rippel-Baldes) . . . . . 167
W. E. Le Gros Clark und L. S. B. Leakey, The Miocene Hominoidea of East Africa. Fossil Mammals of Africa No 1. (Ref.: G. Heberer) . . . . . 167
Berichtigung . . . . . 168

**Kurzes Lehrbuch der Anorganischen und Allgemeinen Chemie**

Von Dr. **Gerhart Jander,** o. Professor an der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg, und Dr. **Hans Spandau,** Privatdozent an der Technischen Hochschule Braunschweig. Fünfte Auflage. Mit 169 Abbildungen. XII, 563 Seiten. 1952. Ganzleinen DM 19.80

Inhaltsübersicht: Einleitung. 1. Grundbegriffe der Chemie und ihre Erklärung am Beispiel des Systems Wasser. 2. Die elementaren Bestandteile des Wassers. Ozon. Wasserstoffperoxyd. 3. Die Bestandteile der Luft. 4. Der Kohlenstoff. 5. Die Metalle. 6. Die Halogene. 7. Die Eigenschaften von Lösungen, insbesondere von wäßrigen Lösungen. 8. Die Chalkogene. 9. Gleichgewichtslehre. Massenwirkungsgesetz. 10. Das periodische System. Der Atombau. 11. Die Stickstoffgruppe. 12. Die 4. Hauptgruppe des periodischen Systems und das Bor. 13. Die Alkalien. 14. Zweite Hauptgruppe des periodischen Systems. 15. Die radioaktiven Elemente. 16. Dritte Hauptgruppe des periodischen Systems. 17. Die Nebengruppen des periodischen Systems. 18. Physikalische Untersuchungsmethoden als Hilfsmittel der anorganischen Chemie. 19. Die Katalyse. 20. Komplexverbindungen und Koordinationslehre. 21. Die Hydride. 22. Intermetallische Verbindungen, intermetallische Phasen. 23. Der kolloide Verteilungszustand der Materie. 24. Die Chemie der Hydrolyse und der höhermolekularen Hydrolyseprodukte (Polysäuren und Polybasen). Hochmolekulare anorganische Verbindungen. 25. Oxydhydrate und Hydroxyde. 26. Reaktionen im festen Aggregatzustand. 27. „Wasserähnliche", anorganische Lösungsmittel. 28. Geochemie. Sachverzeichnis.

Das „Kurze Lehrbuch der anorganischen Chemie" hat seit seinem Erscheinen im Jahre 1940 eine ganze Reihe von weiteren Auflagen bzw. Neudrucken in ziemlich dichter Folge erlebt, ohne daß dabei gegenüber der ersten Auflage wesentliche Änderungen vorgenommen worden sind. Nachdem nun aber 10 Jahre vergangen sind, war eine gründliche Überarbeitung dringend geboten. Außer einigen, den gesamten Text betreffenden Änderungen, haben einzelne Abschnitte, wie die der Silicate, der Radioaktivität, der Metallcarbonyle und der wasserähnlichen Lösungsmittel, wesentliche textliche Umgestaltungen erfahren. Erheblich erweitert ist das bisher zu knapp gebrachte Kapitel über „Die Elemente der Nebengruppen des periodischen Systems" sowie das Kapitel über „Die Reaktionen im festen Aggregatzustand" durch Anfügung eines Abschnittes über die Pulvermetallurgie. Ferner sind zwei Kapitel neu aufgenommen. „Die Katalyse" und „Physikalische Untersuchungsmethoden als Hilfsmittel der anorganischen Chemie". — Trotz der vorgenommenen Änderungen hat das Buch seinen Charakter bewahrt.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung aller in dieser Zeitschrift zum Abdruck gelangenden Beiträge sowie ihrer Verwendung für fremdsprachige Ausgaben vor.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

**Vertriebs-Vertretung im Ausland:**

Lange, Maxwell & Springer Ltd., 41—45 Neal Street, London, W. C. 2

**Springer-Verlag**
Berlin · Göttingen · Heidelberg


## Redaktionelle Hinweise.

### I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind, und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

### II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

## Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.


**Physikalische Chemie. Ein Vorlesungskurs**

Von Dr. **Klaus Schäfer,** o. Professor für physikalische Chemie an der Universität Heidelberg. Mit 71 Abbildungen. IX, 294 Seiten. 1951. Ganzleinen DM 19.60

Aus den Besprechungen: Der im Rahmen einer gründlichen Ausbildung der Chemiker geschaffene Vorlesungskurs bringt eine gedrängte und klare Darstellung der wichtigsten mathematisch formulierten Gesetze und Erkenntnisse der physikalischen Chemie und der chemischen Thermodynamik nebst den zugehörigen Ableitungen, wobei eine konzentrierte Schreibweise verwendet wird. — Neben dem Schlußkapitel (VI), das einen Ausblick auf die Struktur der Materie mit den wichtigsten Erkenntnissen über Atom-, Molekül- und Krystallbau und das periodische System der chemischen Elemente darstellt, sind für den Biologen von besonderem Interesse das III. und V. Kapitel. III. Kapitel über chemische und thermodynamische Gleichgewichte. Hier werden zunächst aus methodischen Gründen die Gleichgewichte phänomenologisch eingeführt. Erst dann wird — sowohl mit Hilfe der Kreisprozesse als auch mit den thermodynamischen Funktionen — eine eingehende Begründung der Prinzipien des zweiten Hauptsatzes mit seinen Anwendungen bezüglich der Richtung der Naturvorgänge, der Affinität chemischer Reaktionen durchgeführt einschließlich der Problemstellung des NERNSTschen Wärmetheorems. Besonders instruktiv ist auch die Einführung in die atomistische Behandlung der Gleichgewichte. Im V. Kapitel sind lehrreiche Beispiele aus der chemischen Kinetik, darunter einige Modellbeispiele für Kettenreaktionen und Katalysen zusammengestellt. Abgesehen von wenigen — wegen nötiger gedrängter Darstellung — schwer lesbaren Abschnitten, ist das vorliegende Buch eine hervorragende, vielseitiges Naturverständnis vermittelnde Einführung in die physikalische Chemie. *„Berichte über die wissenschaftliche Biologie"*

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

39. Jahrgang Heft 7 (Erstes Aprilheft) 1952

# Kontrasteffekt dicker Objekte im Phasenmikroskop.

Von A. FREY-WYSSLING, Zürich.

Nach der klassischen Theorie des Phasenmikroskopes (ZERNIKE 1935, BENNETT und Mitarbeiter 1951) sind für die Entstehung guter Kontrastbilder mit Hilfe des üblichen $^1/_4\,\lambda$ Phasenringes dünne Objekte sowie geringe Brechungsunterschiede zwischen Objekt und Einschlußmittel notwendig, so daß nur sehr kleine Phasendifferenzen zwischen dem verzögerten Strahl und dem Vergleichsstrahl entstehen. Die Phasenunterschiede dürfen nur kleine Bruchteile einer Wellenlänge betragen, z.B. $^1/_{20}\,\lambda$. Im Gegensatz zu diesen Voraussetzungen kann man im $^1/_4\,\lambda$ Phasenkontrastmikroskop an kugeligen oder zylindrischen Objekten mit beträchtlichem Durchmesser sehr auffällige Phaseneffekte beobachten.

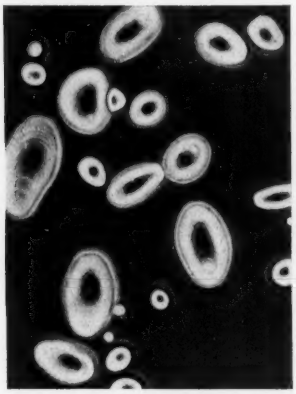


Fig. 1.

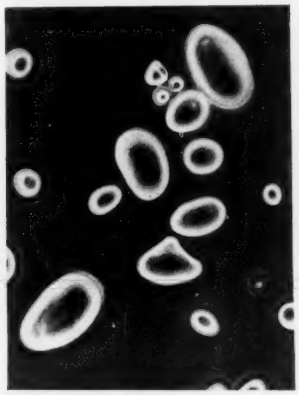


Fig. 2.

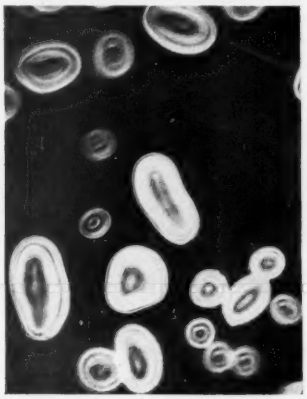


Fig. 3.

Fig. 1—3. Kartoffelstärkekörner ($n_D = 1{,}529$). Fig. 1 in Wasser ($n_D = 1{,}333$); Fig. 2 in Glyzerin ($n_D = 1{,}454$); Fig. 3 in Zimtöl ($n_D = 1{,}603$). Aufnahmen im Zeiß-Phasenkontrastmikroskop von R. FREY.

Fig. 1 zeigt in Wasser eingebettete Kartoffelstärkekörner im Phasenkontrastmikroskop von Zeiß (KÖHLER und LOOS 1941). Obschon diese Körner bei 25 μ Dicke und einem mittleren Brechungsvermögen von $n_D = 1{,}529$ ($n_\gamma = 1{,}535$, $n_\alpha = 1{,}523$, SPEICH 1942) an ihrer dicksten Stelle gegenüber Wasser eine Phasenverschiebung von etwa 9 Wellenlängen erzeugen, weisen sie im Zentrum einen prächtigen Phaseneffekt auf. Dieser ist weitgehend unabhängig von der Objektdicke, denn Körner mit viermal kleinerem Durchmesser zeigen einen analogen schwarzen Zentralfleck.

Die Erscheinung ist auch nur wenig von massiven Veränderungen des Brechungsvermögens des Einschlußmediums abhängig. Fig. 2 zeigt die gleichen Stärkekörner in Glyzerin; trotzdem das Brechungsvermögen des Außenmediums von $n_D = 1{,}333$ (Wasser) auf $n_D = 1{,}454$ (verwendetes Glyzerin) gesteigert und dadurch der Brechungsunterschied gegenüber den Stärkekörnern um 0,121 vermindert worden ist, sehen die Fig. 1 und 2, namentlich bei den kleineren Körnern, sehr ähnlich aus.

In Einschlußmedien mit wesentlich höherem Brechungsvermögen als jenem der Stärke erscheint eine zentrale Aufhellung der Körner, umgeben von einem dunkeln Halo. Solche Bilder zeigen Fig. 3 von Kartoffelstärke in Zimtöl ($n_D = 1{,}603$) und Fig. 6 von Weizenstärke in α-Monobromnaphthalin ($n_D = 1{,}656$).

Am auffallendsten ist die Tatsache, daß in Medien, deren Brechungsvermögen ungefähr jenem der Stärkekörner entspricht, in welchen also der Phaseneffekt theoretisch am ausgeprägtesten sein sollte, diese Erscheinungen verschwinden. Fig. 4 und 5 vergleichen Weizenstärkekörner in Glyzerin ($n_D = 1{,}454$) und in Kanadabalsam ($n = 1{,}53$). Während in Glyzerin ein prächtiger Kontrast auftritt, fehlt er in Kanadabalsam fast völlig, weil diese Objekte eben für die Erzeugung klassischer Phasenbilder viel zu dick sind.

Man darf auf Grund von Fig. 5, die ein Verschwinden des Effektes zufolge optischer Homogenisierung anzeigt, vermuten, daß die Erscheinungen der Fig. 1 bis 4 und 6 Linseneffekte vorstellen, indem die kugeligen oder diskoiden Stärkekörner je nach dem Brechungsvermögen des Außenmediums als Sammel- oder Zerstreuungslinsen wirken. Es ist bekannt, daß man eine Zentralblende, die unter dem Kondensor angebracht ist, durch solche kugelige Objekte im gewöhnlichen Mikroskop abbilden kann, wenn man den Tubus hebt und auf die Abbildungsebene der Blende einstellt. Im vorliegenden Falle kann es sich jedoch nicht um diesen Effekt handeln, weil der Zentralschatten in der Abbildungsebene des Objektes am deutlichsten erscheint und bei Auswechslung des Phasenobjektivs gegen ein gewöhnliches Objektiv trotz der eingeschalteten Ringblende verschwindet. Es muß also ein durch die Phasenkontrasteinrichtung zur Linsenwirkung zusätzlich erzeugter Effekt vorliegen.

Die Erscheinung tritt, wiederum weitgehend unabhängig vom Kugeldurchmesser, bei allen kugeligen Objekten auf, z.B. an Öltröpfchen ($n = 1{,}43$) in durch 1% KOH stabilisierter Ölemulsion in Form des Zentralschattens oder an Wassertröpfchen ($n = 1{,}33$), in Dekalin ($n = 1{,}48$) in Form einer zentralen

Aufhellung. Auch Glasfäden von 50 μ Durchmesser, eingebettet in Wasser oder Glyzerin, weisen eine dunkle Zentralzone und helle Randpartien auf.

Zur Erklärung dieses Phaseneffektes dicker Objekte ist wohl ein weiterer Ausbau der Überlegungen WOLTERS (1950a, b) notwendig. In der Fig. 3a seiner Arbeit über die Abbildung zylindrischer Phasenobjekte (1950b) ist die hier beschriebene Erscheinung bereits ersichtlich, indem ein Glasfaden eine zentrale Schwärzung aufweist. Doch handelt es sich dort um ein dünnes Objekt; es wäre daher interessant, die Ursache des Effektes auch bei dicken mikroskopischen Gegenständen kennenzulernen.

Bei Durchsicht der Literatur findet man häufig reichlich dicke Kugel- und Zylinderobjekte, die im Phasenmikroskop die hier beschriebene Phasenerscheinung aufweisen. So bildet GANZ (1944, Fig. 4) Hefezellen sowie Pilzhyphen und LINHARDT (1951, Fig. 2) Phenokokken mit ausgesprochener Zentralschwärzung ab. Nirgends wird indessen erwähnt, daß die Phasenverschiebungen des Lichtes durch so grobe zytologische Objekte keineswegs den Anforderungen der klassischen Phasenkontrasttheorie entsprechen. Die hyalinen Zellbestandteile (Zellkerne, Chromosomen, Chromomeren der Chromatiden, Grana der Chlorophyllkörner usw.), die die klassischen Phasenobjekte vorstellen, erzeugen um mindestens eine bis zwei Größenordnungen geringere Phasendifferenzen. Man könnte einwenden, daß auch bei großen Phasenverschiebungen nach Abzug der ganzen Wellenlängen Wellenbruchteile übrig bleiben, die dann durch das Phasenkontrastmikroskop in Amplitudenunterschiede verwandelt würden. Dieser Überlegung steht jedoch entgegen, daß dann auch planparallele Objekte unabhängig von ihrer Dicke Phaseneffekte erzeugen müßten. Dies ist jedoch nicht der Fall, denn die hier beschriebene Erscheinung ist ausschließlich beschränkt auf dicke sphäroide und zylinderähnliche Objekte, die eine Linsenwirkung ausüben.

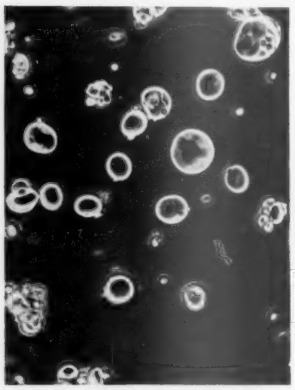


Fig. 4.

Fig. 5.

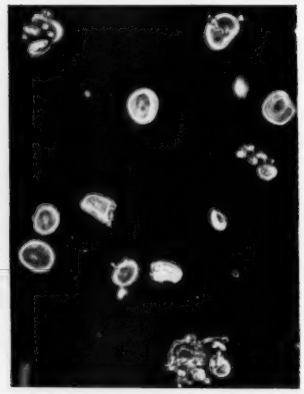


Fig. 6.

Fig. 4—6. Weizenstärkekörner. Fig. 4 in Glyzerin ($n_D = 1{,}454$); Fig. 5 in Kanadabalsam ($n_D = 1{,}53$); Fig. 6 in α-Bromnaphthalin ($n_D = 1{,}656$). Aufnahmen im Zeiß-Phasenkontrastmikroskop von R. FREY.

**Literatur.**

BENNETT, A. H., H. JUPNIK, H. OSTERBERG and O. W. RICHARDS: Phase Microscopy. New York u. London 1951. — GANZ, E.: Vjschr. naturforsch. Ges. Zürich **89**, 268 (1944). — KÖHLER, A., u. W. LOOS: Naturwiss. **29**, 49 (1941). — LINHARDT, G.: Mikroskopie (Wien) **6**, 191 (1951). — SPEICH, H.: Über die Optik der Kartoffelstärkekörner. Diss. E. T. H. Zürich. — Ber. schweiz. bot. Ges. **52**, 175 (1942). — WOLTER, H.: Naturwiss. **37**, 272 (1950a). — Ann. Physik **7**, 147 (1950b). — ZERNIKE, F.: Z. techn. Physik **16**, 454 (1935).

*Pflanzenphysiologisches Institut der E.T.H. Zürich.*

Eingegangen am 21. Januar 1952.

# Neue Erkenntnisse über den Schalenbau von Diatomeen.

Von J.-G. HELMCKE und W. KRIEGER.

Die Anwendung des Elektronenmikroskops in der Erforschung der Diatomeenschalen hat schon vor einem Jahrzehnt gezeigt, daß uns auf diesem Arbeitsgebiet noch unerwartete Überraschungen bevorstünden. Aber erst die systematische Bearbeitung der verschiedenartigen Typen brachte uns einen Einblick in eine neue Wunderwelt kleinster Dimensionen.

Zwar ist es kein unerforschtes Gebiet, in das wir nun vorstoßen; denn die Lichtmikroskopie hat in dem vergangenen Jahrhundert schon Erstaunliches geleistet. Oft können wir durch die elektronenmikroskopischen Untersuchungen das bestätigen, was unsere Vorgänger auf lichtmikroskopischem Gebiet längst beobachtet haben, wenn auch nicht in der gleichen Schärfe, die das Elektronenmikroskop bietet.

Ein Vergleich der durch das Lichtmikroskop gewonnenen Abbildungen mit den durch photogrammetrische Ausmessung elektronenmikroskopischer Stereoaufnahmen rekonstruierten Bildern zeigt in vielen Punkten, daß es sich doch nicht nur um eine feinere Ausgestaltung der bisherigen Ansichten handelt, sondern daß darüberhinaus auch manches Neue aufgedeckt werden kann, was sich der lichtmikroskopischen Beobachtung entzieht. Weit davon entfernt, der lichtmikroskopischen Forschung hieraus einen Vorwurf zu machen, wollen wir ihre mühselige Arbeit dankbar

anerkennen und ihr durch unsere Untersuchungen neues Material in die Hände geben zur Vertiefung dieses wissenschaftlichen Forschungsgebietes.

Die Gruppe der Diatomeen umfaßt eine große Fülle mannigfaltiger Formen, die trotz der verschiedenartigen Gestalt doch alle nach dem gleichen Bauprinzip organisiert sind.

Der wissenschaftliche Name „Diatomeen" geht auf ihre Eigenschaft zurück, daß sich die festen Schalen dieser einzelligen Kieselalgen von Zeit zu Zeit in zwei gleiche Teile teilen. Hierbei wird an der Trennungsfläche jeweils eine neue Schalenhälfte ergänzt, so daß jede der beiden Tochterzellen eine alte und eine neugebildete Schalenhälfte besitzt. Da dieser Prozeß der Schalenneubildung schon im Inneren der Mutterzelle stattfindet, bevor die Zellen auseinanderweichen, verlieren die Tochterzellen im Laufe der einzelnen Generationen ständig an Größe. Unterhalb einer Minimalgröße wird dieser Teilungsrhythmus dadurch unterbrochen, daß der Plasmakörper sich einmal zu einer Kugel ausweitet (Auxospore), an der sich dann erst wieder eine große Schale der gleichen Art bildet.

Der deutsche Name „Kieselalgen" läßt erkennen, daß die Schalen dieser einzelligen Organismen aus Silizium bestehen, das von der Zelle her in eine wahrscheinlich vorgeformte Pektin-Membran eingelagert wird. Das Pektin besteht aus organischen Verbindungen von Galaktose, Galakturonsäure, Arabinose und wahrscheinlich auch noch anderen Substanzen; sie ist bisher allerdings nur in wenigen Fällen nachgewiesen worden. Die Verbindung mit dem Silizium scheint sehr eng zu sein; denn es ist noch nicht gelungen, eine der späteren Schale entsprechende Struktur innerhalb einer Pektinmembran nachzuweisen.

Wir stellen die Diatomeen zu den Pflanzen, da sie durch Chlorophyll mit Hilfe von Licht anorganische Verbindungen zu körpereigenen Substanzen aufbauen können (autotrophe Ernährung). Die systematische Stellung der Diatomeen bei den einzelligen Algen hat sich ohne große Widersprüche schon früh in der Wissenschaft eingebürgert, obwohl die auffallend große Beweglichkeit vieler Arten der Kieselalgen durchaus an einzellige Tiere erinnert. Auch die Kieselsäureverbindungen der Schalen treffen wir bei tierischen Einzellern der Meere (Radiolarien) wieder.

Bei den Diatomeen mit Eigenbewegung konnten in der Schale Längsspalten (Raphen) beobachtet werden, die im Querschnitt verschiedenartig sind und eine Verbindung des Zellinnern mit der Außenwelt herstellen. In der Zellmitte ist die Raphe meist unterbrochen (Zentralknoten); die Enden sind oft kompliziert gebaut. Auch die Lage der Raphe ist variabel. Die Untersuchungen über die Bewegungsmechanik sind noch nicht abgeschlossen.

Das sichtbare Licht läßt die Diatomeenschale im Lichtmikroskop nur dann günstig erscheinen, wenn die durchsichtigen, glasklaren Siliziumschalen sich in ausreichendem Kontrast von der Umgebung abheben. Die Absorptions- und Lichtbrechungsverhältnisse reichen aber trotz hoch lichtbrechender Einbettungsmittel (Styrax, Hyrax, Realgar) nicht immer dazu aus, um feinste Strukturen erkennen zu lassen, selbst wenn sie noch innerhalb des Auflösungsvermögens des Lichtmikroskops liegen. Daher kann man die Schalen bestimmter Diatomeenarten als Testobjekte zur Prüfung guter lichtmikroskopischer Systeme benutzen (Pleurosigma angulatum, Amphipleura pellucida, Surirella gemma, Frustulia saxonica u. a.). Die wesentlich kleinere Wellenlänge der Elektronenstrahlung macht innerhalb dieser feinsten lichtmikroskopischen Gerüste noch weitere Strukturen sichtbar, die ihrerseits wieder günstige Testobjekte für gute elektronenmikroskopische Systeme bilden. Die lichtmikroskopische Beobachtung unterscheidet sich von der Elektronenmikroskopie aber nicht nur durch das etwa 100fach kleinere Auflösungsvermögen, sondern auch durch die geringe Tiefenschärfe, die um so kleiner wird, je stärker die Vergrößerung anwächst. Um ein Objekt in seiner ganzen Tiefe lichtmikroskopisch erfassen zu können, ist es daher erforderlich, die optische Ebene durch langsames Senken des Tubus durch das Objekt wandern zu lassen, wobei allerdings nie ein objektiv raumrichtiges Bild gewonnen werden kann. Bei dem Elektronenmikroskop ist hingegen die Tiefenschärfe so groß, daß wir ohne weiteres gute stereoskopische Aufnahmen selbst von räumlich ausgedehnten Objekten anfertigen können, die dann in geeigneten Geräten photogrammetrisch ausgemessen werden können. Die so gewonnenen Grundriß-, Profil- und Aufrißdarstellungen dienen neben den Originalaufnahmen dem wissenschaftlichen Zeichner als Vorlage für raumrichtige Rekonstruktionszeichnungen.

Nicht alle Diatomeenschalen eignen sich zur elektronenmikroskopischen Abbildung; denn die Schale ist meist so dick, daß die Elektronenstrahlen sie trotz der glasigen Beschaffenheit nur an den Stellen durchdringen können, an denen die Siliziummasse von Poren unterbrochen ist. Im Gegensatz zu dem sichtbaren Licht wirken die Elektronenstrahlen nämlich eher wie Röntgenstrahlen, da auch sie an dem Objekt gestreut und sowohl durch die Masse als auch durch die Dichte der Substanz beeinträchtigt werden. Um einen ausreichenden Einblick in die Struktur der Schale zu gewinnen, kann man durch geeignete Präparationsmethoden die Schale mit einer hauchartigen Kohlehülle umgeben, die sich allen Feinheiten der Schalenoberfläche in annähernd konstanter Dicke anschmiegt. Aus dieser Hülle läßt sich anschließend die Siliziummasse der Schale mit Flußsäure herauslösen, so daß nur noch die für Elektronenstrahlen durchdringbare Kohlehülle bestehen bleibt. — Durch Anwendung der verschiedenartigen Präparationsmethoden läßt sich ein recht vollkommenes Bild vom Bau der Diatomeenschalen gewinnen.

Über einige Ergebnisse von Untersuchungen an Diatomeenschalen möchten wir hier berichten.

### 1. *Stenopterobia intermedia* (LEWIS).

Diese Art liebt kalkarme Gewässer mit niedrigem $p_H$; das Untersuchungsmaterial stammt aus der Lüneburger Heide. Die lichtmikroskopischen Aufnahmen (Fig. 1 und 2) lassen eine zarte Querstreifung erkennen (19 bis 23 Streifen auf je 10 μ). Ein Vergleich mit Fig. 4 zeigt die große Überlegenheit des elektronenmikroskopischen Bildes. In den Streifen ist eine große Zahl von Poren (Durchmesser 60 bis 90 mμ) zu erkennen. Bei elektronenmikroskopischen Aufnahmen des Zellendes (Fig. 3) treten bisher unbekannte Stützorganellen zutage. Der Austritt der Raphe aus dem Raphenkanal, ihre Verzweigung und eine Grube am Ende des äußeren Astes sind deutlich zu verfolgen, ebenso die Flügelkanäle und deren Verbindung mit dem Zellinnern. Die Rekonstruktionszeichnung, die unter Verwendung der photogrammetrischen Ausmessung einer Stereoaufnahme hergestellt ist, gibt die Einzelheiten plastisch wieder (Fig. 5).

Fig. 1. *Stenopterobia intermedia* (Lewis). Lichtmikroskopische Aufnahme einer Schalenhälfte. 500:1.

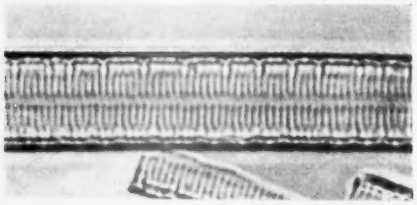


Fig. 2. *Stenopterobia intermedia* (Lewis). Lichtmikroskopische Aufnahme eines Teilstückes der Schale. 2400:1.

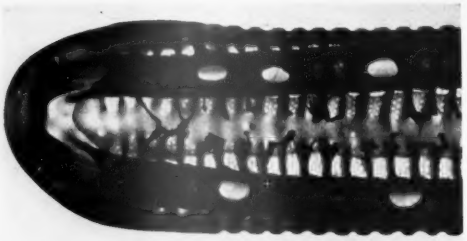


Fig. 3. *Stenopterobia intermedia* (Lewis). Elektronenmikroskopische Aufnahme des Schalenendes (Teilbild einer Stereoaufnahme). 6400:1.

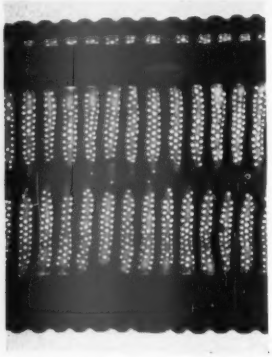


Fig. 4. *Stenopterobia intermedia* (Lewis). Elektronenmikroskopische Aufnahme aus der Schalenmitte. 6400:1.

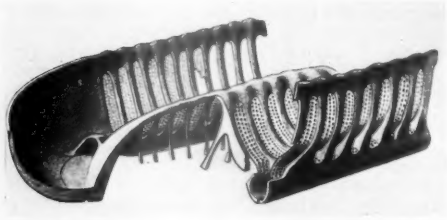


Fig. 5. *Stenopterobia intermedia* (Lewis). Rekonstruktionszeichnung der Stereoaufnahme von Fig. 3 (Kurt Bogen).

2. *Nitzschia amphibia* Grunow.

Diese Art gehört zu den grobgestreiften Vertretern der Gattung (15 bis 19 Streifen auf je 10 μ); sie ist in eutrophen Gewässern[1]) nicht selten. Das untersuchte Material ist einem Aquarium entnommen. Es wurden zahlreiche Aufnahmen zur Überprüfung der verschiedenen Untersuchungsmethoden hergestellt. Eine lichtmikroskopische Aufnahme (Fig. 6) ergibt ein Übersichtsbild. Zwar lassen sich auch lichtmikroskopisch die Streifen in Punkte auflösen, doch gibt erst die elektronenmikroskopische Aufnahme die Einzelheiten wieder. Die genauere Skulptur der Verschlußsiebe an der

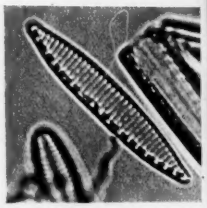


Fig. 6.

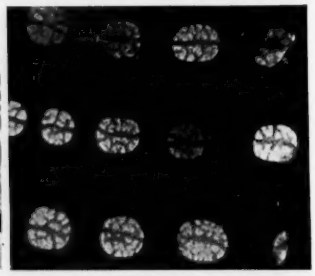


Fig. 7.

Fig. 6. *Nitzschia amphibia* Grunow. Lichtmikroskopische Aufnahme. 2400:1.

Fig. 7. *Nitzschia amphibia* Grunow. Elektronenmikroskopische Aufnahme der Porenreihen bei stärkerer Vergrößerung. 43400:1.

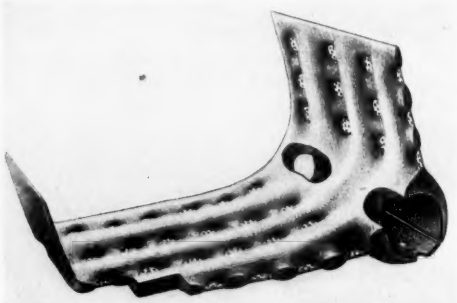


Fig. 8. *Nitzschia amphibia* Grunow. Rekonstruktionszeichnung (Kurt Bogen). 13500:1.

Außenseite der Poren ist erst bei stärkerer Vergrößerung zu erkennen (Fig. 7). Wiederum wurde die photogrammetrische Ausmessung einer Stereoaufnahme und dann eine Rekonstruktionszeichnung angefertigt (Fig. 8).

3. *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing.

Diese Art ist ein typischer Bewohner kalkarmer Gewässer mit niedrigem $p_H$ und bevorzugt Sphagnum-Moore (Torfmoos-Moore);

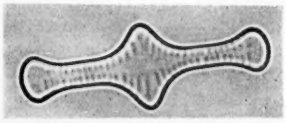


Fig. 9. *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing. Lichtmikroskopische Aufnahme 2400:1.

das Untersuchungsmaterial stammt aus der Lüneburger Heide. Im Gegensatz zu der lichtmikroskopischen Aufnahme (Fig. 9) tritt die

[1]) Wie alle Lebewesen sind die Diatomeen an die physikalisch-chemischen Umweltbedingungen gebunden. — Es ist üblich, die Gewässer nach ihrem Nährstoffgehalt in polytrophe, eutrophe, mesotrophe und oligotrophe einzuteilen; hierbei steht der nährstoffreichste Typus am Anfang der Reihe. Eine gute Charakteristik eines Gewässers wird auch durch seine Säurereaktion erreicht. Dargestellt wird sie durch die Wasserstoffionenkonzentration ($p_H$), wobei $p_H = 7$ eine neutrale Reaktion kennzeichnet, $p_H$ unter 7 eine saure und über 7 eine alkalische. Spezielle Untersuchungen über dieses Verhältnis von Organismen zur Umwelt sind in den letzten Jahrzehnten in so großer Zahl durchgeführt worden, daß an dieser Stelle auf ein näheres Eingehen verzichtet werden muß.

Membranskulptur im elektronenmikroskopischen Bilde (Fig. 10) scharf hervor. Die Verteilung der Gallertporen ist gut zu sehen, und der im lichtmikroskopischen Bilde nicht deutlich erkennbare Verlauf der Streifen an den Zellenden tritt klar hervor. Eine unregelmäßig-

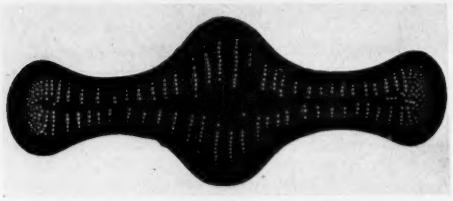


Fig. 10. *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing. Elektronenmikroskopische Aufnahme der Schale. 3000:1.

poröse Struktur der Septenmembran läßt sich erst bei sehr starker Vergrößerung erkennen. Die Rekonstruktionszeichnung gibt das zum Teil auch im Lichtmikroskop Sichtbare wieder.

*4. Melosira distans* (Ehrbg.) Kützing (Fig. 12—14), *Melosira ambigua* (Grunow) O. Müller (Fig. 15—17).

Bei den beiden Arten, die als Vertreter der zentrischen Diatomeen gewählt wurden, sei hier auf den Gegensatz zwischen den

Fig. 12. *Melosira distans* (Ehrbg.) Kützing. Zeichnung nach lichtmikroskopischem Befund (nach Hustedt). 1000:1.

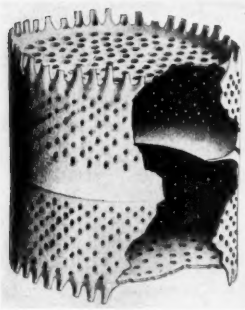


Fig. 13.

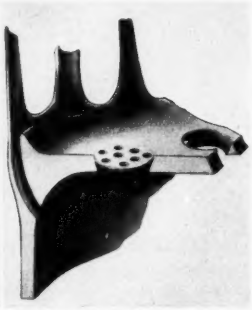


Fig. 14.

Fig. 13. *Melosira distans* (Ehrbg.) Kützing. Rekonstruktionszeichnung nach photogrammetrischen Ausmessungen elektronenmikroskopischer Stereoaufnahmen. Die Poren sind nach außen durch Siebplatten verschlossen, die in der Zeichnung fortgelassen sind (Kurt Bogen). 5500:1.

Fig. 14. *Melosira distans* (Ehrbg.) Kützing. Rekonstruktionszeichnung eines Schalenteiles (Kurt Bogen). 45000:1.

guten, nach Beobachtungen am Lichtmikroskop ausgeführten Zeichnungen Hustedts und den auf elektronenmikroskopischen Untersuchungen beruhenden Rekonstruktionszeichnungen hingewiesen. Sie sind in den Figuren jeweils gegenübergestellt.

Bei der wissenschaftlichen Deutung der Ergebnisse wird der Untersucher vor viele neue Probleme gestellt, die durch die morphologischen Befunde allein zur Zeit nicht gelöst werden können. Die unglaubliche Mannigfaltigkeit der verschiedenen Schalentypen, die erstaunliche Abwandlung der Bauelemente selbst bei nahe ver-

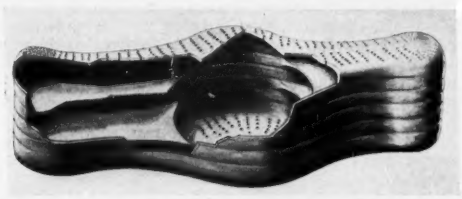


Fig. 11. *Tabellaria flocculosa* (Roth). Rekonstruktionszeichnung von Fig. 10 (Kurt Bogen). 4000:1.

wandten Formen, die große Variationsbreite der anscheinend so starren Baugesetze, vor allem aber die immer tiefer ineinandergestaffelten Siebe und Poren entziehen sich bisher einer befriedigenden rationellen Deutung, lassen uns aber die Möglichkeit der ästhetischen Freude.

Fig. 15.

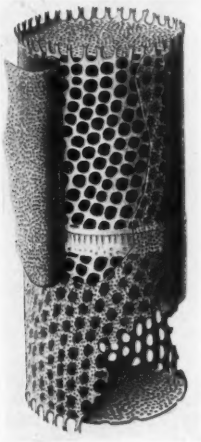


Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 15. *Melosira ambigua* (Grunow) O. Müller. Zeichnung nach lichtmikroskopischem Befund (nach Hustedt). 1000:1.

Fig. 16. *Melosira ambigua* (Grunow) O. Müller. Rekonstruktionszeichnung nach photogrammetrischen Ausmessungen elektronenmikroskopischer Stereoaufnahmen. In der Zeichnung wurden die Siebplatten fortgelassen (Kurt Bogen). 3000:1.

Fig. 17. *Melosira ambigua* (Grunow) O. Müller. Rekonstruktionszeichnung eines Schalenteiles (Kurt Bogen). 12000:1.

*Institut für Mikromorphologie der Deutschen Forschungshochschule Berlin-Dahlem.*

Eingegangen am 15. Dezember 1951.

# Berichte.

## Die Neutronenkomponente der Ultrastrahlung.

Von G. Pfotzer.

### *1. Einleitung.*

Die Entdeckung des Neutrons durch Chadwick im Jahre 1932 löste auch die Diskussion über eine etwaige Neutronenkomponente der Ultrastrahlung aus. So versuchte schon Locher [*1*] 1933 außergewöhnlich starke Spuren, die er gleichzeitig mit sog. „Stößen" oder „Bursts" aus Aluminium in der Wilson-Kammer beobachtete, als von Neutronen angestoßene Argonkerne zu deuten. Die systematische Suche nach Ultrastrahlungsneutronen beim Aufstieg des amerikanischen Stratosphärenballons Explorer II im Jahre 1936 ergab dann tatsächlich in 20 km Höhe (55 g/cm²) eine unbezweifelbare Vermehrung von Protonenspuren in photographischen Platten, wenn diese mit einer Paraffinschicht bedeckt waren (Rumbough und Loche [*2*]). Das Ergebnis wurde so gedeutet, daß die Protonen durch schnelle Neutronen aus dem Paraffin herausgeschlagen worden waren.

Eine Bestätigung und Erweiterung dieses Ergebnisses erbrachten ähnliche Messungen von SCHOPPER [3] 1937 in Stuttgart, auf dem Jungfrau-Joch (3400 m, 650 g/cm²) und mit unbemannten Ballonen in einer mittleren Höhe von 18000 m (76 g/cm²), bei denen eine starke Zunahme der Protonenspuren hinter Paraffin mit der Höhe festgestellt werden konnte. Ferner ergab die Vermessung der Spurlängen Energien der auslösenden Neutronen zwischen $10^6$ bis $10^7$ eV, wobei aber die Begrenzung der Energieskala meßtechnisch bedingt war.

Der erste Nachweis auch langsamer Neutronen war kurz vorher FÜNFER [4] (1937) mit einem borhaltigen Proportionalzähler gelungen, mit dem die α-Teilchen der $^{10}B(n, \alpha)^7Li$ Reaktion gezählt werden konnten. Die

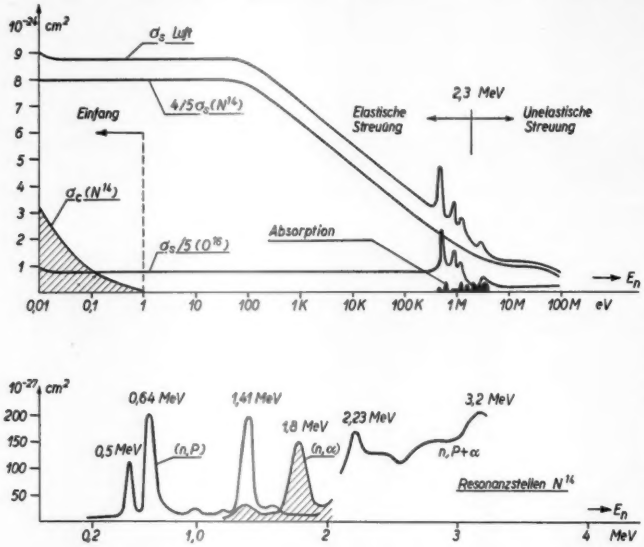



Fig. 1. Atomare Streu- und Einfangquerschnitte für Neutronen in Luft.

gleiche Reaktion konnte auch in besonders präparierten (borhaltigen) Photoplatten sichtbar gemacht und damit ebenfalls auf langsame Neutronen geschlossen werden (SCHOPPER [3]).

Die von FÜNFER gemessene Intensitätskurve zwischen Meeresniveau und 2650 m (Zugspitze) ergab einen exponentiellen Anstieg von mindestens gleicher Steilheit (Abklingstrecke $\lambda_a = 144$ g/cm²) wie diejenige der Photonen-Elektronenkomponente.

Damit war die Existenz von Neutronen auf einer Energieskala von 0,04 eV (thermische) bis herauf zu $10^7$ eV im Komplex der Ultrastrahlung grundsätzlich erwiesen.

Im Anschluß an diese grundlegenden Versuche folgen nun zahlreiche Arbeiten, besonders zunächst der KORFFschen Schule in USA. [5], welche die genaue Vermessung des Intensitätsverlaufes der langsamen Neutronen in der Atmosphäre, neuerdings auch seine Änderung mit der geographischen Breite zum Gegenstand haben. Über den neuesten Stand der Ergebnisse und einer subtilen Meßtechnik geben die Arbeiten von AGNEW und Mitarbeitern [6], SIMPSON [7], DAVIS [8], STAKER [9], BERGSTRALH und SCHRÖDER [10], besonders aber die schönen Arbeiten von YUAN [11] (zum Teil mit LADENBURG) Aufschluß.

Daneben zeichnet sich neuerdings eine zweite Arbeitsrichtung ab, welche die Erforschung der Neutronenerzeugung durch Ultrastrahlung in festem Material und die Klärung der genetischen Zusammenhänge von Neutronenerzeugung und anderen Sekundärphänomenen z. B. den Zertrümmerungssternen in photographischen Platten, den lokalen Mesonenschauern und den großen Luftschauern zum Ziel hat. Als richtungweisend für diese zweite Methode mögen die Arbeiten von V. COCCONI-TONGIORGI, zum Teil mit G. COCCONI, WIDGOFF, GREISEN und WALKER [12] genannt werden.

Nach diesem kurzen Überblick über die historische Entwicklung und die methodische Seite des Problems sollen nun einige allgemeine Gesichtspunkte erörtert werden, die das Verständnis der einzelnen Meßergebnisse erleichtern.

*II. Bremsung, Bremsspektrum, Absorption in Luft* [13].

Vom Neutron weiß man, daß es instabil ist und mit einer mittleren Lebensdauer zwischen 9 bis 18 min in ein Proton und ein Elektron zerfällt [14a u. b]. Man muß daher erwarten, daß es nicht als Bestandteil der Primärstrahlung aus dem Kosmos kommt, sondern erst in der Atmosphäre erzeugt wird. Die Neutronenintensität sollte daher an der Atmosphärengrenze null sein, bei weiterem Vordringen der Primärstrahlung anwachsen, bis die Zahl der durch Absorptionsprozesse verschwindenden Neutronen ebenso groß ist wie die Anzahl der erzeugten. Sobald dieser Gleichgewichtszustand erreicht ist, muß die Neutronenintensität in gleichem Maße abnehmen, wie die erzeugenden Primären mit zunehmender Eindringtiefe absorbiert werden. Wir erwarten daher, daß die Neutronenintensität in der Atmosphäre über ein Maximum geht (Übergangseffekt), wie wir es auch von den übrigen Sekundärkomponenten der Ultrastrahlung kennen.

Im Gegensatz zu den ionisierenden Komponenten verlieren nun die Neutronen ihre Energie nur durch Wechselwirkung mit den Atomkernen, bei hohen Energien hauptsächlich durch unelastische Stöße. Die Energie wird hierbei zur Kernanregung verbraucht. Diese Art der Wechselwirkung ist nur so lange möglich, als die Neutronenenergie höher ist als das niedrigste Anregungsniveau der in Frage kommenden Kerne. Dieses liegt bei 2,3 MeV beim Stickstoffkern $^{14}N$. Darunter können Energieverluste nur noch durch elastische Zusammenstöße erfolgen. Nach den klassischen Stoßgesetzen ist die mittlere Energieabgabe je Stoß in Stickstoff—Sauerstoff

$$\frac{\Delta E}{\Delta \nu} = -\frac{2E}{M+1} \approx \frac{1}{7} E \qquad (1.0)$$

($M$ = mittleres Atomgewicht für Luft = 14,5, $E$ = Neutronenenergie, $\Delta \nu$ = Anzahl der Stöße, die im Mittel den Energieverlust $\Delta E$ verursachen).

Sobald eine gewisse Energie unterschritten ist, verschwinden die Neutronen durch die $^{14}N(n, p)^{14}C$ Reaktion, d. h. durch Umwandlung von Stickstoff 14 in Kohlenstoff 14, wobei ein Proton emittiert wird. Für jedes absorbierte Neutron entsteht also ein $^{14}C$ Kern. (Dieser Kern ist selbst instabil und zerfällt mit einer Halbwertszeit von 5568 Jahren unter Emission von β-Teilchen. Auf diese Tatsache kommen wir weiter unten zurück.)

Der experimentell gemessene Verlauf der Wirkungsquerschnitte für verschiedene Kernreaktionen in Luft ist in Fig. 1 eingezeichnet. Die durchgeschwärzten Maxima (im unteren Teil der Figur vergrößert dargestellt) sind Resonanzstellen für $(n, p)$ bzw. $(n, \alpha)$ Absorption. Die Energieverluste oberhalb 2,3 MeV sind sehr groß (unelastische Streuung), so daß die Neutronenenergie nach 1 bis 2 Stößen bereits unter die Anregungsschwelle gesunken ist. Die in den durchgeschwärzten Maxima angedeuteten Resonanzeinfangstellen (unterer Teil der Figur vergrößert) sind nicht sehr wirksam, weil die Neutronen diese Energiebereiche bei der Bremsung rasch überwinden. Dies wird verständlich, wenn man die Aufenthaltsdauer der Neutronen in den einzelnen Energiebereichen abschätzt. Da das Neutron der Energie $E$ mit einer Geschwindigkeit $v(E)$ die Wegstrecke $\Delta \nu \cdot \lambda(E)$ nach $\Delta \nu$ Zusammenstößen überwindet, braucht es dazu die Zeit

$$\Delta \tau = \frac{\lambda(E)}{v(E)} \cdot \Delta \nu, \qquad (2.0)$$

($\lambda(E)$ = mittlere freie Weglänge bei der Energie $E$)

andererseits ist nach Gl. (1.0) die Stoßzahldifferenz $\Delta \nu$ dem Energieverlust $\Delta E$ (1.0) zugeordnet, so daß wir

schreiben können:

$$\Delta \nu = -\frac{(M+1)}{2}\,\frac{\Delta E}{E}\,. \tag{1.1}$$

Daraus ergibt sich mit (2.0) die Aufenthaltsdauer des Neutrons im Energiebereich $\Delta E$

$$\Delta \tau = -\lambda(E)\,\frac{M+1}{2}\cdot\frac{1}{E\cdot v(E)}\,\Delta E \tag{2.1}$$

und mit $v(E) \sim E^{\frac{1}{2}}$

$$\Delta \tau \sim \frac{1}{E^{1,5}}\,\Delta E\,. \tag{2.2}$$

Je höher also die Energie ist, um so kürzer ist die Aufenthaltsdauer in bestimmten Energiebereichen und um so kleiner die Reaktionswahrscheinlichkeit. Andererseits führt diese Entwicklung in Bereichen kleinerer Energie zu einer Akkumulation von Neutronen. Nimmt man vereinfachend an, daß alle Neutronen mit gleicher Anfangsenergie $E_0$ erzeugt werden, so findet man, daß auch die Anzahl der Neutronen je cm³ $n(E)\,dE$, die dem Energiebereich zwischen $E$ und $E+dE$ angehören, der Aufenthaltsdauer $\Delta\tau(E)$ proportional ist. Es gilt also auch:

$$n(E)\,dE \sim \frac{1}{E^{1,5}}\,dE\,. \tag{3.0}$$

Diese Beziehung stellt das von FERMI abgeleitete Gesetz für die stationäre Energieverteilung gebremster Neutronen für den Fall dar, daß keine merkliche Absorption stattfindet. Von 30 eV an abwärts setzt nun beim Stickstoff die Absorption durch die $(n, p)$ Reaktion im $1/v$-Gebiet ein. Wie BETHE, KORFF und PLACZEK [1]) gezeigt haben, erreicht jeweils nur der Bruchteil

$$\frac{N(E)}{N(E_0)} = \exp\left(-\frac{M+1}{2}\int_E^{E_0}\frac{\sigma_a}{\sigma_s}\,\frac{dE}{E}\right) \tag{4.0}$$

die Energie $E$, ohne vorher absorbiert zu werden.

$$\left.\begin{aligned}\sigma_s &= 8{,}6\cdot 10^{-24}\,\mathrm{cm}^2\\ \sigma_a &= 0{,}28\cdot E^{-\frac{1}{2}}\cdot 10^{-24}\,\mathrm{cm}^2\,.\end{aligned}\right\}\ \text{Für Luft (DAVIS)}$$

$N(E_0)$ = Anzahl der Neutronen, die mit einheitlicher Energie $E_0$ erzeugt werden, $M$ = mittleres Atomgewicht (für Luft 14,5); $E$ in eV gemessen.

Von den ursprünglich mit einer Energie $E_0 > E$ erzeugten Neutronen gelangt der in Tabelle 1 eingetragene Anteil $\frac{N(E)}{N(E_0)}$ gerade noch bis zu den korrespondierenden Grenzenergien $E$ [2]).

Tabelle 1. *Anteil der dem Einfang bis zur Bremsung auf die Energie E entgangenen Neutronen* ($N(E)/N(E_0)$) und relative Gleichgewichts*häufigkeit, bezogen auf den Anteil thermischer Neutronen.*

| $E$ (eV) | 30 | 10 | 5 | 1 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,04 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{N(E)}{N(E_0)}$ % | 91 | 85 | 80 | 60 | 45 | 31 | 20 | 8 |
| $\frac{N(E)\cdot 1000}{N(E_{th})}$ | 0,6 | 2,7 | 6,6 | 60 | 160 | 350 | 630 | 1000 |

Das bedeutet nun nicht, daß in der Atmosphäre praktisch keine thermischen Neutronen zu finden sind. Die Neutronendichte hat im Gegenteil ein Maximum bei thermischen Energien. Wie BETHE, KORFF und PLACZEK [5] nämlich gezeigt haben, erhält man die durch Absorptionsprozesse im $1/v$ Gebiet modifizierte Energieverteilung $n^*(E)\,dE$, indem man die rechte Seite der Gl. (3.0) mit der Absorptionsrate $N(E)/N(E^0)$ (4.0) multipliziert. Die tatsächliche Energieverteilung geht also in die Form:

$$n^*(E)\,dE \sim \frac{1}{E^{1,5}}\exp\left(-0{,}509/\sqrt{E}\right)\quad (E \text{ in eV}) \tag{5.0}$$

über, wenn man die Zahlenwerte in (4.0) einsetzt und das Integral im Exponenten ausrechnet.

Einige Relativzahlen (Häufigkeit der thermischen Neutronen = 1000 gesetzt) sind ebenfalls in Tabelle 1 eingetragen.

Darin kommt zum Ausdruck, daß die gleichzeitigen Einflüsse der *Akkumulation* und der *Absorption* ein Maximum der Neutronendichte bei ungefähr thermischen Energien hervorrufen; dann folgt eine Abnahme mit $E^{-1,3}$ bis etwa 100 eV und von hier ab das $E^{-1,5}$ Gesetz, bis schließlich das Erzeugungsspektrum im Bereich der Erzeugungsenergien sich durchzusetzen beginnt. (Für die Form des Erzeugungsspektrums gibt es theoretische Analogien. Direkte Messungen hiervon liegen noch nicht vor.)

Dieses Ergebnis deckt sich auch mit der strengeren Durchrechnung des Diffusionsproblems von FLÜGGE [*13b*] bzw. BAGGE und FINCKE [*13d*].

Im Bereich der Energien, in dem die Neutronen zur Messung gelangen, ist die Energieverteilung unabhängig von der Art des Erzeugungsspektrums, sofern der Empfindlichkeitsbereich des Zählers genügend tiefer als der Energiebereich des Erzeugungsspektrums liegt. Die theoretischen Vorstellungen haben so zu befriedigender Erklärung der Intensitätsmessungen (Maximum, Cadmiumdifferenz, Bordifferenz) geführt. Über die Genetik gibt allerdings der Vergleich von Rechnung und Experiment keinen Aufschluß, was schon daraus hervorgeht, daß trotz der von FLÜGGE bzw. BAGGE und FINCKE verschieden angenommenen Erzeugungsspektren die Endergebnisse beider Rechnungen gleich gut mit den gemessenen Intensitätsverhältnissen verträglich sind. (Die Rechnungen von FLÜGGE wurden inzwischen mit besseren Werten für die Wirkungsquerschnitte in Luft von DAVIS [*8*] numerisch wiederholt.)

## *III. Meßmethode.*

### 1. Ungeschirmte Zähler.

Im Gegensatz zu den ionisierenden Teilchen lassen sich Neutronen nur auf dem Umweg über Kernreaktionen nachweisen. Der Wirkungsquerschnitt für die indizierende Reaktion ist daher verhältnismäßig klein. Während man für ionisierende Teilchen bis zu Ansprechwahrscheinlichkeiten von 100 % gelangt, bewegt sich diese bei Neutronenzählern in der Größenordnung von 2 bis 10 %. Von den Nachweismöglichkeiten für die langsamen atmosphärischen Neutronen wurde bisher fast ausschließlich die Messung mit borhaltigen Proportionalzählern angewandt. Der Wirkungsquerschnitt für die Erzeugung von α-Teilchen durch die $^{10}B(n, \alpha)^7Li$ Reaktion ist

$$\sigma = \frac{116}{\sqrt{E}}\cdot\frac{a\,\%}{19}\cdot 10^{-24}\,\mathrm{cm}^2/\text{Boratom}\,, \tag{5.0}$$

wobei $E$ die Neutronenenergie (in eV) und $a$ den Prozentgehalt der $^{10}B$ Atome im betreffenden Isotopengemisch darstellt.

Der Wirkungsquerschnitt nimmt also reziprok mit $\sqrt{E}$ bzw. reziprok zur Neutronengeschwindigkeit ab, so daß die Zählstoßdichte im wesentlichen nur ein Maß für den Anteil der langsamsten Neutronen ist, die im Fluß eines Gemisches verschieden schneller Neutronen enthalten sind. Genauer gesagt, wird nicht der Fluß, welcher der Neutronengeschwindigkeit proportional ist, sondern der Fluß dividiert durch die Geschwindigkeit gemessen. Das ist aber die Neutronendichte.

Zu den Zählstößen, die von Neutronen herrühren, kommt im allgemeinen folgender Störhintergrund:

a) Der konstante Betrag der α-Teilchen, welcher von der natürlichen Aktivität des Zählrohrmaterials herrührt.

b) Alle Ereignisse, welche eine mindestens ebenso starke Ionisierung wie die α-Teilchen verursachen (Schauer, Rückstoßatome), und deren Häufigkeit höhenabhängig ist.

[1]) Bei diesen grundlegenden, auf vereinfachten Voraussetzungen beruhenden Überlegungen folgen wir einer Arbeit von BETHE, KORFF und PLACZEK, s. Lit. [*5*].

[2]) Die bei FLÜGGE [*13b*] angegebenen Zahlen sind mit einem Wirkungsquerschnitt berechnet, der nach inzwischen genauer gemessenen Werten um die Hälfte zu klein ist.

### 2. Absorptionsmessungen, Bordifferenz, Cadmiumdifferenz.

Die Anzahl der Impulse, welche sicher nur auf Neutronen zurückzuführen sind, ermittelt man durch Differenzmessungen, indem man das Zählrohr mit dünnen Absorberschichten umgibt, die praktisch nur Neutronen absorbieren. So erhält man die sog. Cadmiumdifferenz, oder Bordifferenz, d.h. die Zahl der Neutronen, die in Cadmium oder Bor absorbiert worden sind. Da durch das Cadmium schon in sehr dünner Schicht (0,5 mm) alle Neutronen mit Energien unter 0,4 eV abgeschirmt werden, gibt die Cadmiumdifferenz ein zuverlässiges Maß für die

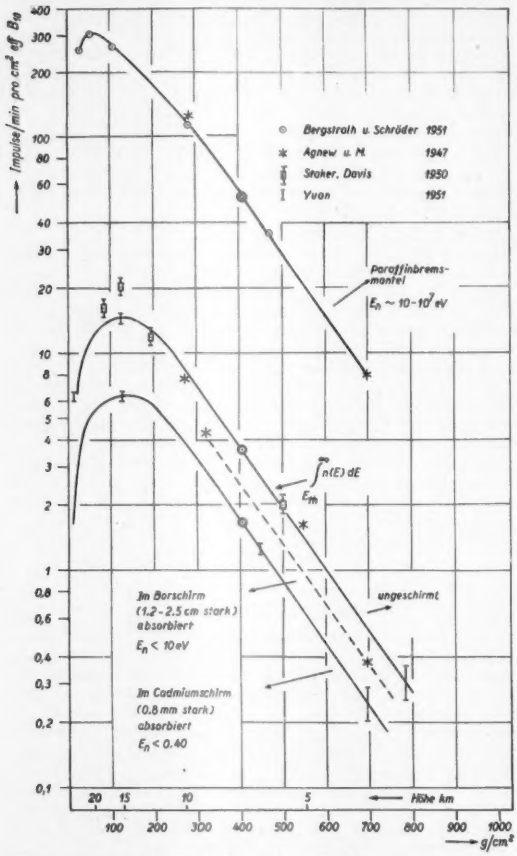



Fig. 2. Höhenabhängigkeit der Zählstoßdichten von Neutronenzählern verschiedener Anordnung.

Dichte sehr langsamer Neutronen. Die Bordifferenz erfaßt alle Neutronen, die im Borzähler überhaupt zur Messung gelangen können. Da man aber verhältnismäßig starke Borschichten verwenden muß, um eine möglichst vollständige Absorption zu erreichen, kann hierbei wieder eine unbekannte Zahl von Störimpulsen durch Auslösung von Elektronenschauern im dichten Absorbermaterial verursacht werden (Bagge und Fincke [*13d*]).

### 3. Zähler mit verschiedenen Isotopengemischen $^{10}B/(^{11}B + {}^{10}B)$.

Eine zweite sehr elegante Methode der Elimination von Störimpulsen ist die Differenzmessung mit zwei Zählern, die $BF_3$-Gas mit verschiedenen Isotopenverhältnissen

$$^{10}B/(^{11}B + {}^{10}B) = a_1 \quad \text{bzw.} \quad ^{10}B/(^{11}B + {}^{10}B) = a_2$$

enthalten (Staker [*9*], Davis [*8*], Bergstralh und Schröder [*10*]). Da der konstante und der veränderliche Störhintergrund $H$ für beide Zähler gleich ist, ergeben sich für die Zählstoßdichten $I_1$ bzw. $I_2$ der beiden Zähler

$$\left.\begin{aligned} I_1 &= H + a_1 \cdot N \\ I_2 &= H + a_2 \cdot N \end{aligned}\right\} \quad (N\text{: Neutronenzählstöße bei 100\% } ^{10}\text{B-Gehalt}),$$

so daß man die allein auf Neutronen zurückzuführenden Zählstöße durch die Umrechnung:

$$N = \frac{I_2 - I_1}{a_1 - a_2}$$

erhält.

### 4. Zählrohr mit wasserstoffhaltigem Bremsmantel.

Die Ansprechwahrscheinlichkeit für schnelle Neutronen wird nun üblicherweise dadurch erhöht, daß man das Zählrohr mit einem Bremsmantel aus wasserstoffhaltigem Material (Paraffin, Wasser) umgibt. Darin werden die Neutronen abgebremst und kommen mit thermischer Energie zur Reaktion. Hierbei ist die Dichte der thermischen Neutronen in der nächsten Umgebung des Borzählers von der Zahl der je Sekunde eindringenden und abgebremsten schnellen Neutronen abhängig. Die Wirksamkeit der Bremsung und die Wahrscheinlichkeit, daß ein thermisch gewordenes Neutron in den Zähler gelangt, ist aber von der Geometrie abhängig und bewirkt eine nicht einfach zu übersehende Energieabhängigkeit der Zählempfindlichkeit. Das erschwert die Interpretation dieser Messungen hinsichtlich der Energieverteilung der Neutronen.

Soweit Messungen mit solchen Zählern in der Atmosphäre vorliegen, betreffen sie Neutronen mit Energien von einigen eV bis herauf zu etwa $10^7$ eV, wobei das Maximum der Empfindlichkeit zwischen $10^4$ bis $10^6$ eV liegen dürfte[1]).

## *IV. Messungen in der Atmosphäre.*

### 1. Neutronendichte.

Die mit verschiedenen Kombinationen von Absorbern und Bremsmaterial in der Atmosphäre gewonnenen Intensitäten sind in Fig. 2 dargestellt. Die Punkte sind keine Meßpunkte, sondern sollen lediglich zeigen, wie die Ergebnisse der einzelnen Beobachter miteinander verträglich sind. Die Kurven sind auf den Wert der Cadmiumdifferenz von Yuan [*11e*] bei 30 cm Hg (410 g/cm²) normiert, weil die Yuanschen Zähler direkt in effektiven Wirkungsquerschnitten geeicht waren. Die einzelnen Energiebereiche, welche von der Messung erfaßt werden, sind der Kurve beigeschrieben. Die Kurven zeigen die theoretisch zu erwartenden Maxima und zwar für langsame Neutronen bei etwa 100 g/cm² in etwa 16 km Höhe. Die Lage der Maxima ist ein ungefähres Maß für die mittlere Distanz, welche ein Neutron vom Ort seiner Erzeugung bis zur Absorption durchmißt (Bethe, Korff und Placzek). Diese mittlere Bremsstrecke ist [*5*]:

$$B = (3l^2)^{\frac{1}{2}},$$

wobei $l$ die atmosphärische Tiefe in g/cm² angibt, in der das Maximum auftritt. Man findet so als mittleren Wert für langsame Neutronen:

$$B_c = 174 \text{ g/cm}^2$$

und für die schnellen Neutronen[2]):

$$B_s = 118 \text{ g/cm}^2.$$

Im letzten Fall bedeutet dies, daß die Neutronen aus dem Energiebereich, auf den das Zählrohr hauptsächlich anspricht, schon nach einer Laufstrecke von etwa 100 g/cm² verschwinden, also quasi absorbiert sind.

Nach dieser Laufstrecke kommen die Neutronen ins Gleichgewicht mit der erzeugenden Strahlung. Das heißt, das Schwächungsgesetz der Neutronen ist ein getreues Abbild des Schwächungsgesetzes der erzeugenden Strahlung.

[1]) Einige Überlegungen zur Bestimmung der Empfindlichkeit solcher Zähler finden sich in einem besonderen Beitrag des Verfassers [*15*].

[2]) Die Lage des Maximums für schnelle Neutronen stimmt sehr gut überein mit der Lage des Maximums für Sterne mit mehr als zwei Teilchen, die von Neutronen ausgelöst werden. J. J. Lord, Lit. [*19*].

Dieses läßt sich durch die Exponentialfunktion

$$I = I_0 e^{-\frac{x}{\lambda_a}} \qquad (6.0)$$

darstellen. $I$ = Intensität unter der Absorberdicke $x$; $I^0$ = Intensität für $x = 0$; $\lambda_a$ = Absorptionslänge (Abklingstrecke).

Als Mittelwert für die mittlere Absorptionslänge der Neutronen-erzeugenden Strahlung findet man

$$\lambda_a = 150 \text{ g/cm}^2 .$$

Dieses oder nur wenig abweichende Schwächungsgesetze sind auch charakteristisch für andere Erscheinungen wie Mesonenschauer, Zertrümmerungssterne, Bursts, woraus zu schließen ist, daß ein und dieselbe Komponente mit starker Kernwechselwirkung die genannten Sekundäreffekte erzeugt ($N$-Komponente) [*16*].

Aus dem parallelen Verlauf der einzelnen Intensitätskurven, die für verschiedene Energiebereiche charakteristisch sind, ist zu schließen, daß das Spektrum nicht wesentlich höhenabhängig ist. Ferner stimmen die Absorptionsmessungen, wie BAGGE und FINCKE [*13d*] gezeigt haben, mit der theoretischen Erwartung überein.

Durch die Borschicht werden die Neutronen mit Energien unter etwa 10 eV zurückgehalten, durch die Cadmiumschicht praktisch alle unter 0,4 eV. Da die Zählstoßdifferenz mit der Borschicht 75 %, mit Cadmium 55 % gegenüber dem ungeschirmten Zähler ausmacht, kann man schließen, daß von allen Neutronen zwischen thermischer Energie und etwa 10 eV 73 % im Energiebereich unter 0,4 eV liegen. Daraus geht der steile Abfall des Energiespektrums auch experimentell hervor. Die Messungen der schnellen Neutronen sprechen, soweit wir übersehen können, für die Gültigkeit des $E^{-1,5}$ Spektrums im Energiebereich zwischen $10^5$ bis $10^7$ eV.

Nachdem wir heute sicher wissen, daß die Absorption der Neutronen sowohl im Stickstoff als auch im Bor reziprok zur Geschwindigkeit ansteigt, läßt sich eine Luftmasse angeben, die unabhängig vom Energiespektrum ebensoviele Neutronen absorbiert, wie der Zähler.

Im Gleichgewichtsbereich der Intensitätskurven halten sich aber Erzeugung und Absorption die Waage. Daher kann die Anzahl der Neutronen, welche je g Luft erzeugt wird, aus der Zählstoßdichte berechnet werden[1]). Das Integral der Zählstoßdichte, über die ganze Atmosphäre erstreckt, gibt die Neutronenabsorption je cm² Erdoberfläche und erlaubt, die Gleichgewichtsmenge des aktiven Kohlenstoffes zu berechnen [*17*], welche durch die Neutronen aufrecht erhalten wird (s. Abschnitt VII).

## 2. Breiteneffekt.

Die Messung der atmosphärischen Neutronendichte wurde nun von YUAN [*11c*], SIMPSON [*7*], STAKER [*9*] auch in verschiedenen Breiten ausgeführt. Der charakteristische Verlauf der Breitenabhängigkeit für langsame Neutronen (Cadmiumdifferenz) ist in Fig. 3 der Breitenabhängigkeit der Primärintensität nach SINGER und VAN ALLEN [*18*] gegenübergestellt. Man entnimmt daraus, daß auch die Neutronen eine starke Intensitätsabnahme im gleichen Breitenintervall wie die Primärteilchen aufweisen, ein Beweis dafür, daß geladene Primärteilchen die Erzeugung von Neutronen auslösen. Aufschlußreicher ist die folgende Fig. 4, welche die Höhenabhängigkeit des Breiteneffektes für verschiedene Ultrastrahlungskomponenten zeigt.

Auf der Ordinate ist der Breitenfaktor $f(\varphi)$, d.h. das Verhältnis der größten gemessenen Intensität (hohe

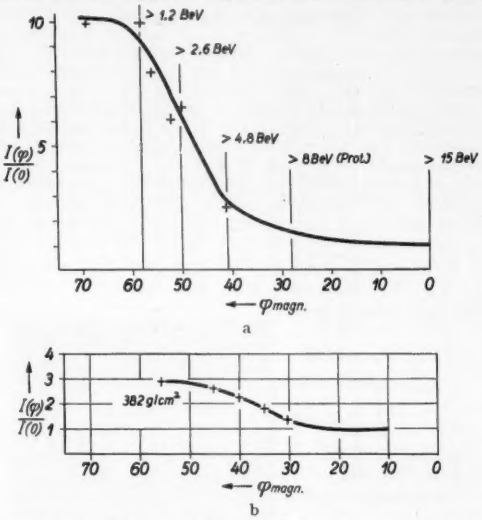



Fig. 3a u. b. a Breiteneffekt der Primärstrahlung. Die den verschiedenen Breiten zugeordneten Energiebeträge, dividiert durch die Lichtgeschwindigkeit, sind Mindestwerte für den Impuls eines Protons, das die Sperre des erdmagnetischen Feldes lotrecht durchstoßen kann. b Breiteneffekt langsamer Neutronen nach YUAN ($E_n < 0{,}4$ eV).

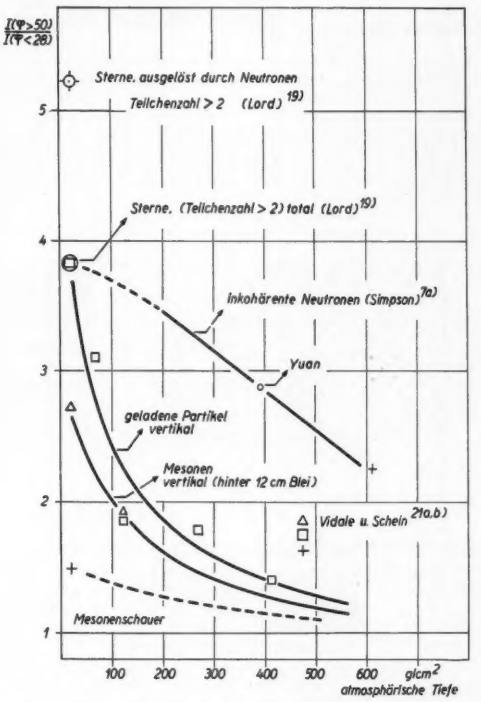



Fig. 4. Höhenabhängigkeit des Breiteneffektes verschiedener Ultrastrahlungskomponenten.

Breiten) zur kleinsten in der Gegend des magnetischen Äquators (bis etwa 28° nördlicher Breite) aufgetragen. Die obere ausgezogene Kurve stellt den Breitenfaktor für schnelle Neutronen nach SIMPSON [*7a*] dar, in die sich auch der von YUAN [*11c*] gemessene Punkt für langsame

[1]) Enthält ein Zähler $x$ $^{10}$B Atome, so ist der Wirkungsquerschnitt des ganzen Zählers:

$$\Sigma_Z = 600x/\sqrt{E} \cdot 10^{-24} \text{ cm}^2 \quad E \text{ in eV}. \qquad \text{s. (5.0)}$$

Der Wirkungsquerschnitt von 1 g Luft ist:

$$\Sigma_L = 1{,}13 \cdot 10^{-2}/\sqrt{E} \text{ cm}^2/\text{g} \quad E \text{ in eV}.$$

Der Absorptionswert des Zählers entspricht also einem Luftmassenäquivalent:

$$L_{\ddot{a}} = \Sigma_{Z\,\text{eff}}/\Sigma_L;$$

nach den Eichungen von YUAN ist der nach (5.0) zu berechnende Wirkungsquerschnitt auf $\Sigma_{Z\,\text{eff}} \simeq 0{,}67\ \Sigma_Z$ zu reduzieren. Beträgt also die Zählstoßdichte im Zähler $N$ Imp/sec, so erhält man die Erzeugungsrate $q$ in Luft durch den Quotienten:

$$q = \frac{N}{L} \text{ (g sec)}^{-1}.$$

Neutronen bei 390 g/cm² gut einfügt[1]). *Die langsamen und mäßig schnellen Neutronen zeigen also den gleichen Breiteneffekt.* Der gekreuzte Punkt von LORD [*19*] entspricht dem Breitenfaktor für Verdampfungssterne in der

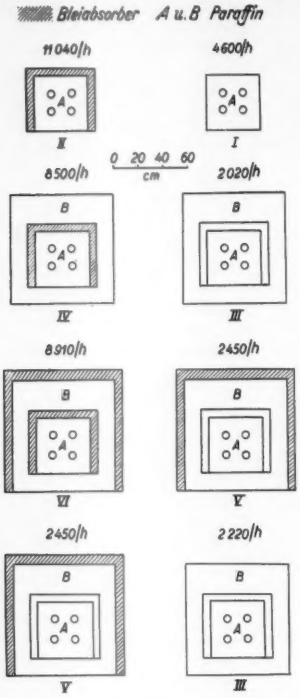



Fig. 5. Meßanordnung zur Ermittelung der Neutronenproduktion in Blei (nach V. COCCONI-TONGIORGI). *II—I*: 6440/*h* (Neutronen in Bleihülle erzeugt); *IV—III*: 6480/*h* (Neutronen in auslösender Strahlung werden in 25 cm Paraffin nicht absorbiert, ihre Energie also $>20$ MeV); *VI—V*: 6460/*h* (Auslösende Strahlung in äußerer Bleihülle nicht absorbiert, folglich nicht elektronischer Natur); *V—III*: 230/*h* (Neutronen, die in äußerer Bleihülle erzeugt werden, können den Zähler nicht mehr erreichen. Da sie in 25 cm Paraffin schon absorbiert werden, muß ihre Energie im Gegensatz zu den auslösenden Neutronen $<20$ MeV sein).

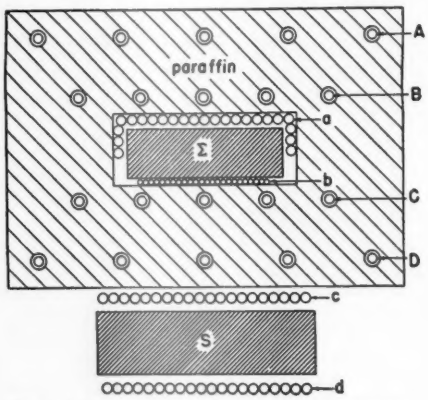



Fig. 6. Versuchsanordnung für Koinzidenzen von Neutronen mit verschiedenen Ultrastrahlungsphänomenen (COCCONI, COCCONI-TONGIORGI, WIDGOFF).

photographischen Platte, welche von neutralen Teilchen ausgelöst wurden. Da es sich praktisch nur um Neutronen handeln kann, wäre dieser Wert als Breitenfaktor sehr schneller Neutronen (einige $10^9$ eV) anzusehen. Hieraus kann man schließen, daß 80 % der schnellen Neutronen von Primären aus einem Energiebereich zwischen $1{,}2 \cdot 10^9$ bis $8 \cdot 10^9$ eV erzeugt werden, falls man in der Hauptsache Protonen als Primäre voraussetzt. Sieht man ferner als Hauptquelle für langsame Neutronen jegliche Art von Verdampfungsprozessen an (Begründung s. Abschnitt V und VII), so kann man den Breitenfaktor aller Sterne (Teilchenzahl $>2$), gleichgültig von welcher Teilchenart ausgelöst, auch als Breitenfaktor der Neutronen mit kleinerer Energie als etwa 50 MeV ansehen. Dieser Wert ist in großen Höhen ebenfalls von LORD gemessen und von uns in Fig. 6 der SIMPSONschen Kurve angehängt worden. 74 % der Neutronen in der fraglichen Höhe werden mittelbar oder unmittelbar von Primären des obengenannten Energiebereiches erzeugt. In geringer Höhe nimmt die Erzeugung durch die energieärmeren Primärteilchen ab. Als Integralwert für den Breitenfaktor $I_{\text{total}}(\varphi > 50°)/I_{\text{total}}(\varphi = 30{,}4°)$ über alle Höhen gemittelt, wurde von STAKER [*9*] der Wert 2,4 angegeben. Dieser besagt, daß 41 % aller vom Erdboden bis zur Atmosphärengrenze erzeugten Neutronen durch Primärteilchen mit höherer Energie als 8 BeV ausgelöst werden. (Die genannten Erzeugungsquoten beziehen sich auf Neutronen, die in geomagnetischen Breiten $>50°$ nachzuweisen sind.)

Je kleiner nun der Breiteneffekt einer Komponente ist, um so energiereicheren Prozessen verdankt sie ihre Entstehung. Da nun zur Erzeugung von Neutronen offenbar der geringste Energieumsatz, im Vergleich zu den anderen Komponenten, nötig ist, liegt der Gedanke nahe, *daß bei jedem durch die kosmische Strahlung ausgelösten Kernprozeß Neutronen als Begleiterscheinung auftreten.* Diese Folgerung ist von V. COCCONI-TONGIORGI [*12c*] geradezu als experimenteller Test dafür verwertet worden, ob irgendwelche Sekundärphänomene durch einen Kernprozeß verursacht wurden. Die konsequente Verfolgung dieser Hypothese hat zu einer Reihe sehr schöner Arbeiten über die genetischen Zusammenhänge der Ultrastrahlungsneutronen mit anderen Komponenten geführt.

### *V. Erzeugung von Neutronen in fester Materie, genetische Zusammenhänge mit anderen Ultrastrahlungsphänomenen.*

Ebenso wie in Luft erzeugt die *N*-Komponente auch Neutronen in fester Materie. Die Beobachtung der Neutronenproduktion in begrenzten Blöcken hat den Vorteil, daß bei großer Häufigkeit der Ereignisse ihr Ursprung in engen Grenzen lokalisiert und von Nachweisinstrumenten umstellt werden kann. Die experimentelle Methodik sei an den beiden folgenden typischen Anordnungen erläutert.

Fig. 5 zeigt eine Anordnung von VANNA COCCONI [*12d*] zur Bestimmung der Neutronenerzeugung in Blei: Ein Zähler für schnelle Neutronen *A* (4 $BF_3$ Zählrohre in Paraffin gebettet), welcher mit verschiedenen Materialien abgedeckt werden kann. Die Differenz der Impulsdichten bei den verschiedenen Anordnungen gibt z. B. die in der Unterschrift zur Figur angedeuteten Aufschlüsse. Ähnliche Messungen wurden von MONTGOMERY und TOBEY [*22*] mit feinverteilter Mischung von Produktions- und Bremsmaterial ausgeführt.

Eine geradezu universelle Meßanordnung für die genetischen Zusammenhänge ist die von COCCONI, COCCONI-TONGIORGI und WIDGOFF [*12f*].

Ein Bleiblock ist mit mehreren Lagen Zählrohren umgeben, die dem Nachweis von geladenen Teilchen dienen, welche im Blei erzeugt werden. Diese Anordnung ist in einem ausgedehnten Paraffinblock eingeschlossen, in dem oberhalb und unterhalb des „Produktionsblockes" zwei Lagen $BF_3$-Zähler eingebettet sind (Kernprozeßdetektor). Je nachdem die beiden äußeren Lagen oder die beiden inneren Lagen miteinander verbunden sind, zählt man Neutronen verschiedener Energiebereiche. Ferner läßt sich durch getrennte Zählung der Impulse einzelner Neutronenzähler und Vergleich mit koinzidierenden Impulsen die Multiplizität der Neutronenerzeugung je Einzelakt bestimmen. Eine zweite Lage Blei dient dem Nachweis *durchdringender* Schauer. Dazu kommen noch auf eine größere Fläche verstreute Zählrohre, die auf *große Luftschauer* ansprechen. Eine solche Anordnung erlaubt, die Neutronenerzeugung zu messen, welche entweder

[1]) Vgl. Anmerkung bei der Korrektur.

a) gleichzeitig mit großen Luftschauern oder

b) gleichzeitig mit großen Luftschauern und durchdringenden Schauern oder

c) gleichzeitig nur mit durchdringenden Schauern

auftritt. Ferner kann durch die Hodoskopmethode (nach V. H. REGENER [23]) an einer Glimmlampentafel festgestellt werden, wieviele und welche Zählrohre von Teilchen durchsetzt wurden und ob die auslösenden Teilchen geladen oder neutral waren. Das Registrierblatt eines Mesonenschauers, der von einem ionisierenden Teilchen (obere Reihe) gleichzeitig mit Neutronen (Zacken im Oszillogramm) ausgelöst wurde, zeigt Fig. 7.

Mit derartigen Versuchsanordnungen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

*a) Die Erzeugung der Neutronen kann schauerartig erfolgen.* Die Häufigkeit der Ereignisse $H(\nu)$, bei denen Neutronen simultan auftreten, läßt sich in der Form

$$H(\nu) = C \cdot e^{-\frac{\nu}{\nu_0}}$$

darstellen ($C$ = Konstante, $\nu_0$ = Multiplizität für einen bestimmten Absorber).

Die Multiplizität $\nu_0$ steigt mit wachsendem Atomgewicht der Absorber an. Sie nimmt ferner mit der Absorberdicke zu. Daraus kann geschlossen werden, daß in dickeren Absorbern mehrere Kernprozesse kaskadenartig ausgelöst werden. Neutronen, die in einer Absorberdicke von etwa $^1/_{10}$ der mittleren freien Weglänge der $N$-Komponente ausgelöst werden, können einem Einzelakt zugeschrieben werden. Die in solch „dünnen" Absorbern[1]) beobachteten Multiplizitäten sind charakteristisch für das betreffende Material. Man findet je Kernprozeß:

| | | |
|---|---|---|
| in Blei | $\nu_0 = 10$ | (COCCONI, COCCONI-TONGIORGI, WIDGOFF) |
| in Aluminium | $\nu_0 = 2$—$3$ | |
| in Kohlenstoff | $\nu_0 = 1{,}5$ | (MONTGOMERY und TOBEY, auf $\nu_0$ Pb nach COCCONI normiert). |

Rechnet man nach MONTGOMERY und TOBEY die beobachteten Multiplizitäten mit einer Interpolationsformel

$$\nu_0 = C \cdot A^{\alpha} \quad (A = \text{Atomgewicht}, \alpha \simeq \tfrac{2}{3},\ C = \text{Konstante})$$

auf die Kernverteilung in der Photoplatte um, so entsprechen die Neutronenmultiplizitäten der mittleren Zahl 2,08 der schweren Teilchen, die bei Verdampfungssternen beobachtet wurden. Damit findet die theoretische Vorstellung eine Stütze, daß bei einer Kernverdampfung ungefähr ebensoviele Neutronen wie Protonen entstehen und die Neutronenproduktion wie die Sternerzeugung in photographischen Kernplatten auf ein und denselben Vorgang zurückgehen.

Dieser Zusammenhang ist schon von FLÜGGE [13b] und BAGGE [13c, d] aus theoretischen Erwägungen der Behandlung des Neutronenproblems zugrunde gelegt worden.

*b) Neutronen, koinzidierend mit Mesonenschauern [12c].* Die Tatsache der beobachteten Koinzidenzen spricht für die gleichzeitige Auslösung von Nukleonen und Mesonenschauern in ein und demselben Kernprozeß. Die gleichzeitige Mesonenerzeugung erfordert aber eine hohe Energie des auslösenden Teilchens. Das macht sich vor allem im Breiteneffekt bemerkbar. Während bei inkohärenten[2]) Neutronen bzw. Verdampfungssternen, die durch Neutronen ausgelöst wurden, ein Breitenfaktor zwischen 4 und 5 in den größten Höhen gemessen wurde, liegt in der gleichen Höhe der Breitenfaktor für harte Mesonenschauer bei 1,5. Nur etwa 30 % der Kernprozesse, die Mesonenschauer zur Folge haben, sind also unmittelbar auf Primärteilchen mit Energien unter $8 \cdot 10^9$ eV (für Protonen) zurückzuführen, wogegen die entsprechende Zahl für Neutronen bzw. durch Neutronen ausgelöste Sterne bei etwa 80 % liegt (atmosphärische Tiefe 20 g/cm²).

Der unterschiedliche Energieumsatz macht sich auch in den etwas verschieden gemessenen mittleren Absorptionslängen für die erzeugende Strahlung bemerkbar. Sie wird für die Auslösung von energiereicheren Prozessen etwas kleiner gefunden als für energieärmere. Man wird dies so deuten können, daß die hochenergetischen Kernprozesse sich weniger häufig als sekundäre oder tertiäre wiederholen können als energiearme Begleiterscheinungen. Wie die folgende Tabelle 2 zeigt, tendiert die mittlere Absorptionslänge für Mesonenschauer zu kleineren Werten hin als für die Erzeugung von Neutronen, für die totale Bursthäufigkeit ($n+g$) und für Sterne in der photographischen Platte. Die Unterschiede bei gleichartigen Erscheinungen sind auf meßtechnisch bedingte Schranken für den beobachtbaren Energieumsatz bei verschiedenen experimentellen Anordnungen zurückzuführen.

Im Gegensatz zum Breiteneffekt und der mittleren Absorptionslänge für die erzeugende Strahlung wurde kein Unterschied der Multiplizität der Neutronenerzeugung bei verschieden energiereichen Kernprozessen gefunden (V. COCCONI-TONGIORGI und Mitarbeiter).

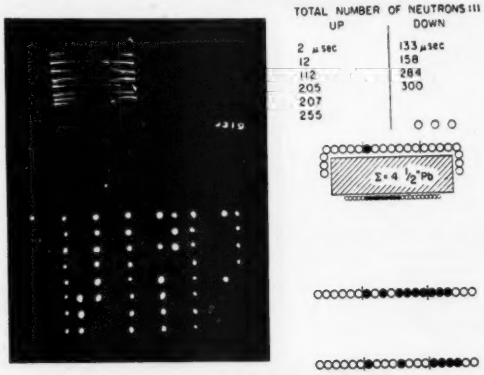



Fig. 7. Registrierblatt für einen Kernprozeß mit Neutronenemission und Mesonenerzeugung, ausgelöst durch ein geladenes Teilchen. Nach COCCONI, COCCONI-TONGIORGI und WIDGOFF [12f.].

Tabelle 2. *Mittlere Absorptionslängen $\lambda_a$ für die erzeugende Strahlung verschiedener Sekundärphänomene* (definiert durch ein Absorptionsgesetz der Form: $H(x) = C \exp(-x/\lambda_a)$, wobei $C$ eine Konstante, $x$ die atmosphärische Tiefe in g/cm², $H(x)$ die Häufigkeitsdichte in der Tiefe $x$ ist).

| Sekundärphänomen | $\lambda_a$ (g/cm²) | Literatur |
|---|---|---|
| Neutronen | 143—150—160 | [3], [5] bis [11] |
| Sterne | 135—150 | Nach Übersichtsbericht B. ROSSI [16], bzw. Zusammenstellung von G. BERNHARDINI [25] dort auch kritische Wertung |
| Bursts[1]) $n+g$ | 138 | |
| Bursts $g$ | 100—125 | |
| Lokale Mesonenschauer | 95—120—135 abnehmende Energie → | |

[1]) $g$ = ausgelöst durch geladene Teilchen; $n+g$ = ausgelöst durch neutrale und geladene Teilchen.

*c) Neutronen in großen Luftschauern [12g].* Im harten Kern der großen Luftschauer wird eine große Zahl hochenergetischer Nukleonen festgestellt, die ihrerseits Kernzertrümmerungen, verbunden mit Mesonen- und Neutronenschauern, verursachen können. Aus der Häufigkeit, mit der harte Mesonenschauer in Blei ausgelöst wurden, läßt sich z. B. schließen, daß ein Schauer mit 10 Mill. Elektronen in der Umgebung des Kernes 50000 Nukleonen mit Energien von einigen $10^9$ eV enthält. Der Anteil der nuklearen Komponente im Vergleich zur Häufigkeit von Mesonen, die keine Kernprozesse auslösen können, nimmt mit der Höhe zu, in der die großen Luftschauer registriert werden. (Er beträgt 0,6 in 4360 m und 0,26 in 1000 m.) Ferner läßt sich feststellen, daß die mittlere Energie der mit großen Luftschauern koinzidierenden lokalen Mesonenschauer größer ist als bei inkohärenter Registrierung.

[1]) Die Bezeichnung Absorber bezieht sich hier auf die erzeugende Strahlung ($N$-Komponente).

[2]) Inkohärent soll hier besagen, daß die Registrierung der Neutronen ohne Selektion nach bestimmten Begleiterscheinungen vorgenommen wurde.

*d) Erzeugung von Neutronen durch Einfang von $\mu^-$-Mesonen.* Zu erwähnen ist noch eine Neutronenerzeugung durch $\mu^-$-Mesonen, die auf BOHRschen Bahnen einlaufen und schließlich vom Kern eingefangen werden. Bei diesem Vorgang werden 1 bis 2 Neutronen emittiert, was durch die Messungen von SARD, CONFORTO und CROUCH [23a, c, d], GROETZINGER und McCLURE [23b], FOWLER [23e] eindeutig erwiesen erscheint. Dieser Beitrag zur Neutronenproduktion ist jedoch im Vergleich zu dem nuklearen Anteil nur in Materie von hoher Ordnungszahl merklich und macht in Meeresniveau etwa 10 % aus [12e].

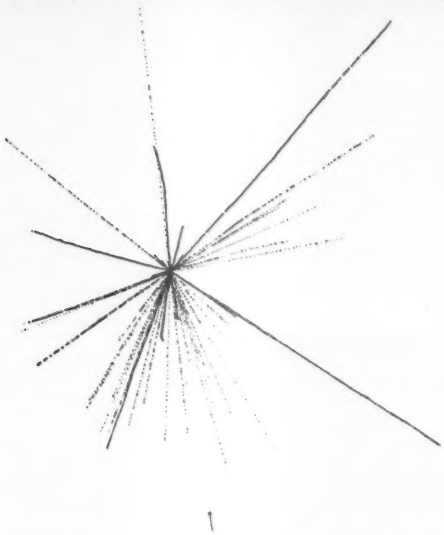


Fig. 8. Hochenergetischer Kernprozeß mit Nukleonen- und Mesonenerzeugung. Starke Spuren: Nukleonen (nach M. SCHEIN).

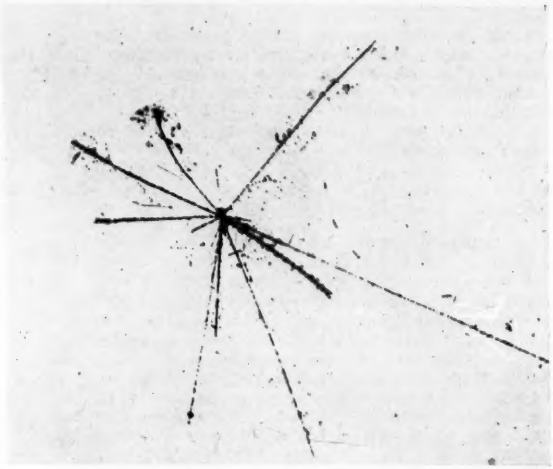


Fig. 9. Kernzertrümmerung ohne Mesonenerzeugung. Emission von Nukleonen und einem schweren Trümmerteilchen (nach E. SCHOPPER).

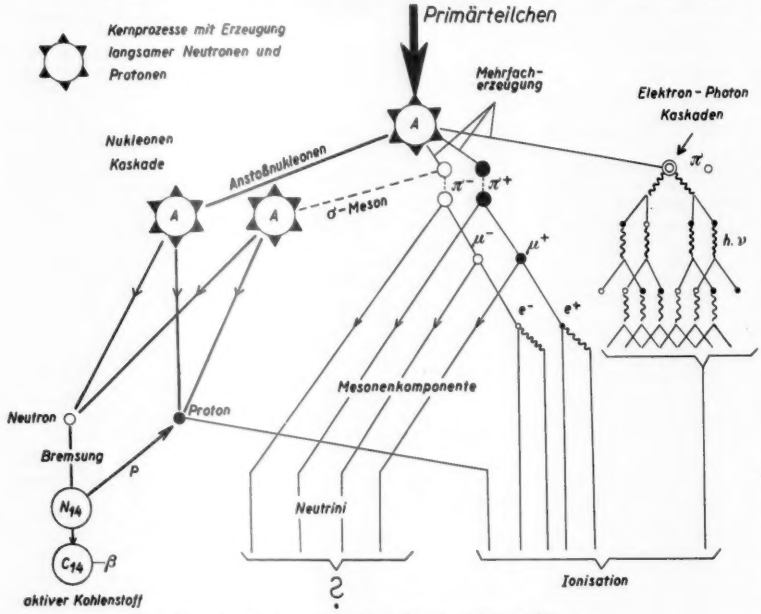



Fig. 10. Neutronen im Komplex der Ultrastrahlung.

## VI. Neutronen im Gesamtbild der kosmischen Strahlung.

Auf Grund der bisherigen Ergebnisse können wir nun die Neutronenkomponente im wesentlichen in das Gesamtbild der kosmischen Strahlung einordnen. Wir folgen dabei Gedankengängen, die besonders in Arbeiten von BERNHARDINI und Mitarbeitern [24] fixiert worden sind. Dort finden sich auch viele Hinweise auf vorausgegangene theoretische und experimentelle Arbeiten.

Danach lösen die aus dem Kosmos eindringenden Primärteilchen (Protonen, α-Teilchen, schwere Kerne) Kernprozesse aus, die einerseits zu einer Kaskade weiterer Kernprozesse, andererseits zur Protonen-Elektronenkaskade führen.

Die erste Entwicklungsstufe der Kernkaskade ist dadurch gekennzeichnet, daß die Primärteilchen schon einzelne Nukleonen (Neutronen—Protonen) aus dem Kern herausschlagen können, ehe die Energieübertragung auf alle Nukleonen des Kerns in einer Art Wärmeleitungsvorgang zum Abschluß gekommen ist. Durch die starke Wechselwirkung mit dem Kernfeld werden gleichzeitig positive, negative und neutrale $\pi$-Mesonen zu etwa gleichen Teilen erzeugt. Letztere lösen durch Zerfall in jeweils zwei Photonen die Elektronen-Photonenkaskade aus [26a, b, c].

Der hochangeregte Restkern wird im allgemeinen instabil sein, Nukleonen abdampfen oder auch vollständig zerfallen. Neben den schnellen *Anstoßnukleonen* entstehen also auch bereits auf dieser ersten Stufe Protonen und Neutronen mit Energien zwischen 1 bis 50 MeV. Dieser Vorgang kann sich nun durch Anstoßnukleonen und negative $\pi$-Mesonen (auch $\sigma$-Mesonen genannt) fortpflanzen. Mit abnehmender Energie der Kaskadenteilchen hört die Mesonenerzeugung schließlich auf. Man beobachtet nur noch Verdampfungssterne und Bursts, d.h. Emission relativ langsamer Nukleonen. Verdampfungssterne mit einem mehr oder weniger engen Kegel relativistischer Teilchen, sowie *Neutronen* und *Bursts* in Koinzidenz mit Mesonenschauern, sind demnach die Kennzeichen hochenergetischer Kernprozesse der ersten Kaskadenstufen. *Neutronen, Verdampfungssterne, Bursts ohne*

*gleichzeitige Mesonenerzeugung sind dagegen charakteristisch für die Endstufe der Kernkaskade.* Beispiele für beide Arten von Kernprozessen zeigen die Fig. 8 und 9.

*Neutronen* entstehen also auf jeder *Kaskadenstufe*, doch wird die Hauptmasse der zur Messung gelangenden langsamen Neutronen erst in der Endstufe erzeugt. Diese Vorstellungen sind grobschematisch in Fig. 10 veranschaulicht.

### *VII. Neutronenerzeugung in der Atmosphäre im Zusammenhang mit der β-Aktivität des Kohlenstoffes in biologischer Substanz.*

Wir haben in Abschnitt IV bereits erwähnt, daß für jedes im $(n, p)$ Prozeß absorbierte Neutron ein $\beta$-aktives Kohlenstoffatom in der Atmosphäre gebildet wird und daß man aus den Zählstoßdichten die Zahl $q$ der im g Luft in der Sekunde absorbierten Neutronen bestimmen kann.

Die Gerade in Fig. 11 stellt nun die Abhängigkeit von $q$ im Gleichgewichtsbereich von erzeugender Strahlung und Neutronenintensität nach den neuesten Messungen von YUAN, DAVIS und STAKER[1]) und damit auch gleichzeitig die Zahl der in 1 g Luft je sec erzeugten Neutronen in Abhängigkeit von der atmosphärischen Tiefe dar. Zum Vergleich sind noch die von MONTGOMERY und TOBEY [22] in Kohlenstoff gemessenen $q$-Werte eingetragen, die trotz verschiedener Meßverfahren recht gut mit den Produktionszahlen in Luft verträglich sind. (Die Multiplizität der Neutronenerzeugung ist in Kohle und Luft nicht sehr verschieden, weil die Atomgewichte sich nicht stark unterscheiden.) Ferner liegt auch der Protonenerzeugungswert nach COOR (private Mitteilung an YUAN) in Verlängerung der Geraden, was bestätigt, daß Neutronen und Protonen in etwa gleicher Anzahl erzeugt werden.

Wenn man nun die Absorptionskurve über die ganze Atmosphäre integriert und eine Mittelung über alle magnetischen Breiten ausführt, so kommt man auf eine Neutronenabsorption von $Q = 1{,}9$/sec in einer Luftsäule über 1 cm² Erdoberfläche. Daraus errechnet man nach den Überlegungen von ANDERSON und Mitarbeitern [17c, d] eine Gleichgewichtsmenge von rund 55 t aktiven Kohlenstoffes über der ganzen Erdoberfläche. Dieser verbindet sich mit dem Luftsauerstoff zu Kohlensäure, die von biologischer Substanz assimiliert wird. Werden nun solche Substanzen dem Kontakt mit der atmosphärischen Kohlensäure entzogen, so nimmt der Gehalt an aktivem Kohlenstoff wieder ab. Da die Halbwertszeit des $^{14}C$ bekannt ist (5568 a), kann das Alter von ehemals lebender Substanz, z. B. von Funden bei Ausgrabungen, durch Messung der $\beta$-Aktivität des Kohlenstoffisotopengemisches bestimmt werden. Legt man obengenannte Zahl für die Gleichgewichtsmenge $^{14}C$ zugrunde, so resultiert aus dem Austauschgleichgewicht des aktiven und stabilen Isotops ($^{12}C$) eine Aktivität von 14 $\beta$-Teilchen/min pro g Kohlenstoff in rezenter biologischer Substanz. Der von ANDERSON und Mitarbeitern direkt gemessene Wert beträgt 15,3 $\beta$-Teilchen/g min. Die erzielte Übereinstimmung muß als so gut angesehen werden, daß dieser interessante Zusammenhang zwischen der Altersbestimmung prähistorischer Funde und der Erzeugung von Neutronen durch Ultrastrahlung in der Atmosphäre gesichert erscheint.

*Anmerkung bei der Korrektur.* In einer kürzlich erschienenen Arbeit berichtet SIMPSON [7d] über eine Fortführung seiner früheren Arbeiten über den Breiteneffekt der atmosphärischen Neutronen. Danach wird in größeren Höhen noch eine merkliche Abnahme der Neutronenintensität zwischen 30 und 0° geomagnetischer Breite beobachtet. Der Anstieg des Breitenfaktors (Maximalintensität in den hohen Breiten/Minimalintensität in der Höhe des magnetischen Äquators) ist daher bei Drucken $< 350$ g/cm² steiler, als in Fig. 4 eingezeichnet wurde ($I(\varphi > 50°)/I(\varphi = 0°) = 4$ bei 200 g/cm²). Die Neutronenkurve erhält dadurch eine ähnliche Krümmung wie die Kurven für die geladenen Partikel. Obwohl sie nunmehr eher auf den Punkt für Sterne hinzielt, die durch neutrale Teilchen ausgelöst wurden, scheint uns doch der Zusammenhang (Strichelung) mit dem Breitenfaktor für die totale Sternintensität wahrscheinlicher zu sein. („Sterne" werden etwa zur Hälfte von geladenen und zur Hälfte von neutralen Teilchen ausgelöst. Neutronen entstehen aber bei jeder Kernzertrümmerung.) Es bleibt daher abzuwarten, ob der Breitenfaktor für die totale „Stern"-Intensität weiteren Nachprüfungen standhält.

Ein weiteres Ergebnis der SIMPSONschen Arbeit ist die Beobachtung einer Zunahme der mittleren Absorptionslänge mit abnehmender geomagnetischer Breite von $\lambda_a = 157$ g/cm² bei $\varphi_{\text{geomagn.}} = 53°$ bis $212 \pm 4$ g/cm² bei 0°.

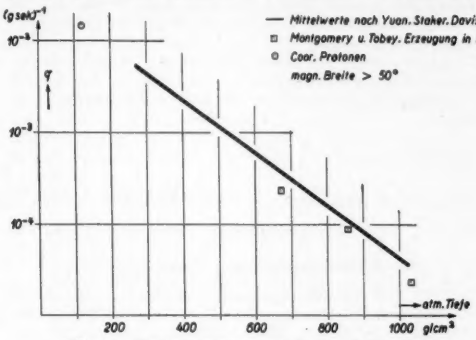



Fig. 11. Neutronenerzeugung in der Atmosphäre.

Die Zunahme wird durch erhöhte Stufenzahl der Kernkaskade erklärt, wenn die Energie der auslösenden Primärteilchen mit abnehmender Breite zunimmt.

Ferner wird über einen zeitlichen Anstieg der Neutronenintensität in großen Höhen und in hohen Breiten bis zu 30% im Zusammenhang mit der Sonnenfleckentätigkeit berichtet. Diese Beobachtung deckt sich mit Ergebnissen von N. ADAMS und H. BRADDICUK [27], welche im Zusammenhang mit der Eruption auf der Sonne am 19. 11. 1949 am Erdboden einen Anstieg der Neutronenintensität bis zu einem Faktor 5 über das Normalniveau gemessen haben. Der Anstieg der Intensität geladener Partikeln betrug dagegen nur etwa 12%. Die Erhöhung der Intensität war bis zu 12 Std nach dem steilen Anstieg noch merklich. Es wird geschlossen, daß der starke Intensitätsanstieg durch die Einströmung relativ energiearmer geladener Partikeln solaren Ursprungs hervorgerufen wurde. Kleinere Intensitätsschwankungen wurden auch im Zusammenhang mit erdmagnetischen Störungen (Radiofadings) registriert.

[1]) Diese Kurve wurde vom Verfasser nach einer kritischen Wertung der Angaben von YUAN bzw. DAVIS, STAKER errechnet. Obwohl die Meßergebnisse der genannten Autoren übereinstimmen, weisen die von ihnen berechneten Produktionswerte $q$ eine Diskrepanz um einen Faktor 10 auf. Die hier angegebene Kurve ist aus den Zählstoßdichten der ungeschirmten Zähler berechnet, die auf den effektiven Wirkungsquerschnitt nach YUAN bezogen wurden. Von dem hieraus gerechneten Wert wurde ein Störhintergrund von etwa 25% (s. STAKER) abgezogen. Die im Text folgenden Angaben über die $\beta$-Aktivität organisch biologischer Substanz beruhen auf den gleichen Grundlagen. Vgl. hierzu eine kurze Abhandlung des Verfassers, welche demnächst in der Z. Naturforschg. erscheint.

### Literatur.

[1] LOCHER, G. L.: Physic. Rev. **44**, 774 (1933). — [2] RUMBOUGH, L. H., und G. L. LOCHER: Physic. Rev. **49**, 855 (1936). — [3] SCHOPPER, E.: Naturwiss. **25**, 557 (1937). — [4] FÜNFER, E.: Naturwiss. **25**, 235 (1937). — Z. Physik **111**, 351 (1938). — [5a] BETHE, H. A., S. A. KORFF and G. PLACZEK: Physic. Rev. **57**, 573 (1940). Hier Literaturnachweise bis 1940. — [5b] KORFF, S. A., und E. T. CLARKE: Physic. Rev. **61**, 422 (1942). — [5c] KORFF, S. A., und M. KUPFERBERG: Physic. Rev. **65**, 253 (A) (1944). — [5d] KORFF, S. A., und B. HAMMERMESH: Physic. Rev. **69**, 155 (1946). — [5e] KORFF, S. A., und B. HAMMERMESH: Physic. Rev. **71**, 842 (1947). — [5f] KORFF, S. A., und A. COBAS: Physic. Rev. **73**, 1010 (1948). — [5g] KORFF, S. A., M. S. GEORGE und I. W. KERR: Physic. Rev. **73**, 1133 (1948). — [6] AGNEW, H. M., W. C. BRIGHT und D. FROMAN: Physic. Rev. **72**, 203 (1947). — [7a] SIMPSON, I. A.: Physic. Rev. **73**, 1389 (1948). — [7b] SIMPSON, I. A., H. W. BALDWIN und R. B. URETZ: Physic. Rev. **76**, 165 (A) (1949). — [7c] SIMPSON, I. A., u. R. B. URETZ: Physic. Rev. **76**, 569 (1949). — [7d] SIMPSON, I. A.: Physic. Rev. **83**, 1175 (1951). — [8] DAVIS, W. O.: Physic. Rev. **80**, 150 (1950). — [9] STAKER, W. P.: Physic. Rev. **80**, 52 (1950). — [10] BERGSTRALH, F. A., und C. A. SCHROEDER: Physic. Rev. **81**, 244 (1951). — [11a] YUAN, L. C., und R. LADENBURG: Bull. Ann. Phys. Soc. **23**, 21 (1948). —

[11b] YUAN, L. C.: Physic. Rev. 74, 504 (1948). — [11c] YUAN, L. C.: Physic. Rev. 76, 1267 (1949). — [11d] YUAN, L. C.: Physic. Rev. 76, 1268 (1949). — [11e] YUAN, L. C.: Physic. Rev. 81, 175 (1951). — [12a] TONGIORGI, V.: Physic. Rev. 73, 923 (1948). — [12b] COCCONI-TONGIORGI, V.: Physic. Rev. 74, 226 (L) (1948). — [12c] COCCONI, G., V. COCCONI-TONGIORGI und K. GRIESEN: Physic. Rev. 74, 1867 (1948). — [12d] COCCONI-TONGIORGI, V.: Physic. Rev. 75, 1532 (1949). — [12e] COCCONI-TONGIORGI, V.: Physic. Rev. 76, 517 (1949). [12f] COCCONI, G., V. COCCONI-TONGIORGI und M. WIDGOFF: Physic. Rev. 79, 768 (1950). — [12g] GREISEN, K., D. WALKER und S. P. WALKER: Physic. Rev. 80, 535 (1950). — [13a] BETHE, KORFF u. PLACZEK: Grundlegende Arbeit s. [5a]. Strengere Durchrechnung des Diffusionsproblems. — [13b] FLÜGGE, S.: Artikel in W. HEISENBERG, Kosmische Strahlung. Berlin: Springer 1943. — [13c] BAGGE, E.: Fiat Rev. 13, 35. — [13d] BAGGE, E., u. K. FINCKE: Ann. Physik, 6. F. 6, 321 (1949). — [14] SNELL, H., und L. C. MILLER: Physic. Rev. 74, 1217 (A) (1948). — [14b] ROBSON, I. M.: Physic. Rev. 77, 747 (A) (1950). — [15] PFOTZER, G.: Z. Naturforschg. 6a, 679 (1951). — [16] ROSSI, B.: Rev. mod. Physics 20, 537 (1948). — [17a] KORFF, S. A.: Terrest. Magnetism and Atmospheric Electricity, Juniheft 1940. — [17b] LIBBY, W. F.: Physic. Rev. 69, 671 (L) (1946). — [17c] ANDERSON, E. C., W. F. LIBBY, S. WEINHOUSE, A. F. REID, A. D. KIRSCHENBAUM und A. V. GROSSE: Physic. Rev. 72, 931 (1947). — [17d] ANDERSON, E. C., u. W. F. LIBBY: Physic. Rev. 81, 64 (1951). — [18] ALLEN, I. A. V., und F. SINGER: Physic. Rev. 78, 819 (1950). — [19] LORD, J. J.: Physic. Rev. 81, 901 (1951). [20] BOWEN, I. S., R. A. MILLIKAN und H. V. NEHER: Physic. Rev. 53, 855 (1938). — [21a] VIDALE, M., und M. SCHEIN: Physic. Rev. 81, 315 (A) (1951). — [21b] VIDALE, M., und M. SCHEIN: Physic. Rev. 81, 1065 (L) (1951). — [22] MONTGOMERY, C. G., und A. R. TOBEY: Physic. Rev. 76, 1478 (1949). — [23] REGENER, V. H.: Physic. Rev. 64, 250 (1943). — [24a] SARD, R. D., W. B. ITTNER, A. M. CONFORTO und M. F. CROUCH: Physic. Rev. 74, 97 (L) (1948). — [24b] GROETZINGER, G., und G. W. MCCLURE: Physic. Rev. 74, 341 (1948). — [24c] SARD, R. D., A. M. CONFORTO und M. F. CROUCH: Physic. Rev. 76, 1134 (1949). — [24d] FOWLER, W. B.: Physic. Rev. 79, 178 (1950). — [25] BERNHARDINI, G., G. CORTINI und A. MANFREDINI: Physic. Rev. 76, 1792 (1949) (Teil I); 79, 952 (1950) (Teil II). — [26a] LEWIS, H. W., I. R. OPPENHEIMER und S. A. WOUTHUYSEN: Physic. Rev. 73, 127 (1948). — [26b] BJORKLUND, R., W. E. CRANDALL, B. J. MOYER und H. F. YORK: Physic. Rev. 77, 213 (1950). — [26c] STEINBERGER, J., W. K. H. PANOFSKY und J. STELLER: Physic. Rev. 78, 802 (1950). — [27] ADAMS, N., u. H. BRADDICK: Z. Naturforschg. 6a, 592 (1951).

*Forschungsstelle für Physik der Stratosphäre in der Max-Planck-Gesellschaft, Weissenau.*

Eingegangen am 11. Oktober 1951.

# Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

## Zur Morphologie der Chrysotilasbestfaser.

In einer vor kurzem in dieser Zeitschrift erschienenen Notiz berichtet L. HOLZAPFEL über „spiralförmig" gewundene Asbestfasern[1]) und führt diese Beobachtungen als Beweis gegen unsere Feststellung an, daß die Chrysotilasbestfaser rohr- oder kapillarartig gebaut sei[2]). Da die Veröffentlichung von L. HOLZAPFEL geeignet ist, Unklarheiten aufkommen zu lassen, können wir auf eine Stellungnahme nicht verzichten.

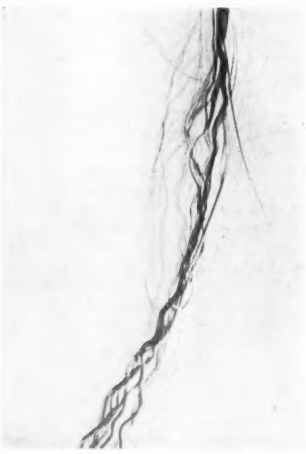


Fig. 1. Chrysotilasbest, Süd-Rhodesien. Ausgezupfte Fasern, Aufnahme im UV-Mikroskop, Vergrößerung 225fach.

Die Verfasserin übersieht, daß Chrysotilasbest einen ausgesprochen fibrillaren Bau hat, und daß die Fibrillen nur etwa 100 bis 300 Å im Durchmesser messen. Diese Erkenntnis ist durch elektronenmikroskopische Untersuchungen[2]),[3]) sowie durch Messungen mit Hilfe der röntgenographischen Kleinwinkelstreuung[4]) gewonnen worden; ebenso bauen sich alle unsere Aussagen über die morphologischen Einzelheiten der Fibrille — nur um diese handelt es sich, wenn wir von einem kapillaren Bau sprechen — auf elektronenmikroskopischen Untersuchungen auf.

Demgegenüber legt L. HOLZAPFEL Beobachtungen vor, die, wie aus einem Briefwechsel mit der Autorin hervorgeht, lichtmikroskopisch zu machen sind, also sich mit größenordnungsmäßig verschiedenen Erscheinungen befassen.

Wir erhielten von L. HOLZAPFEL eine Probe des von ihr untersuchten Chrysotilasbestes von Süd-Rhodesien und konnten feststellen, daß die fraglichen Erscheinungen bereits bei schwachen Vergrößerungen sichtbar sind (Fig. 1). Es zeigte sich, daß es sich dabei weniger um eine spiralförmige Drehung der Faser als um eine Kräuselung und Wellung handelt, die aber keineswegs die normale typische Erscheinungsform der Fasern darstellt. Meist sind die Fasern glatt und gestreckt. Von diesen glatten und gestreckten Fasern gibt es alle Übergänge über unregelmäßig gebogene und gewellte bis zu den rhythmisch gekräuselten Formen. Der Anteil an derartig gekräuselten Formen scheint in den verschiedenen Vorkommen verschieden groß zu sein. Am Chrysotilasbest von Thetford Mines, Canada, zeigt die Erscheinung hervorragend schön

Fig. 2. Chrysotilasbest, Thetford-Mines (Canada). Ausgezupfte Fasern. Aufnahme im Lichtmikroskop, gekreuzte Nicols. Vergrößerung 75fach. Photo S. MATTHES (Frankfurt).

Fig. 2, die uns Herr Privatdozent Dr. S. MATTHES (Frankfurt) aus seinem Beobachtungsmaterial freundlicherweise zur Verfügung stellte.

Alle diese lichtmikroskopisch sichtbaren Fasern stellen Bündel von sehr vielen einzelnen Fibrillen des Chrysotilasbestes dar; selbst die feinsten, von uns im UV-Mikroskop abgebildeten Fasern (Fig. 1) haben Durchmesser, die etwa 10mal so groß sind wie die Durchmesser einzelner Fibrillen. Die Länge einer „Welle" liegt in den hier wiedergegebenen Figuren des rhodesischen wie des canadischen Asbestes in der Größenordnung von $10^{-3}$ cm.

Die Kräuselung oder Wellung der Fasern ist also eine Texturerscheinung an Fibrillenbündeln, die selbstverständlich mit dem Bau der Einzelfibrille nichts zu tun hat und unseren Befunden, daß die Fibrille rohr- oder kapillarartig gebaut sei, in keiner Weise widerspricht. Sie dürfte vielmehr ihren

Grund in der Anordnung und Art der Bündelung der Fasern im Faserpaket haben.

*Leverkusen, Anorganisch-wissenschaftliches Laboratorium der Farbenfabriken Bayer.* W. NOLL und H. KIRCHER.

Eingegangen am 14. Februar 1952.

[1]) HOLZAPFEL, L.: Naturwiss. **38**, 406 (1951).
[2]) NOLL, W., u. H. KIRCHER: Naturwiss. **37**, 540 (1950). Inzwischen erschien eine ausführliche Darstellung: Neues Jb. Mineral., Monatshefte **1951**, 219.
[3]) O'DANIEL, H.: Naturwiss. **34**, 55 (1947).
[4]) FANKUCHEN, J., u. W. SCHNEIDER: J. Amer. Chem. Soc. **66**, 500 (1944). — FANKUCHEN, J., u. H. MARK: J. Appl. Physics **15**, 364 (1944).

### Tetragonal verzerrte dichteste Kugelpackungen bei valenzelektronenarmen intermetallischen Phasen.

In einer früheren Notiz[1]) war darauf hingewiesen worden, daß für valenzelektronenarme Phasen, die in einer tetragonal verzerrten A1-Struktur (A1Vt-Struktur) kristallisieren, Strukturargumente aus dem Bandmodell entnommen werden können. Es wurde eine Valenzelektronenkonzentration (VEK) von etwa 1,4 vorgeschlagen. Auf Grund der Substanztabelle der hierher gehörigen Phasen (unter anderen NiZn, $Ni_2Ga$, PdZn, $Pd_2Cd_3$, $Pd_3In$, PtZn, PtCd, MnAu, $Mn_3Au$, $Mn_3Pd_3$, CoPt, NiPt, $Au_3Zn$, CuAu usw.) war jedoch der Schluß gezogen worden[2]), daß auch gewisse Orientierungsbestrebungen nicht aufgefüllter *d*-Schalen mitwirken müßten. Über die obigen Phasen liegt, soweit Verfasser sieht, kein ausführliches magnetisches Erfahrungsmaterial vor. Nun ist jedoch bekannt, daß bei salzartigen Strukturen (beispielsweise Oxyden), an denen Kationen mit nichtaufgefüllter *d*-Schale beteiligt sind, Antiferromagnetismus auftreten kann. Besonders gut untersucht sind Phasen vom B1 (NaCl)-Typ, in denen bekanntlich jede Komponente für sich in einem A1-Gitter angeordnet ist. Die meisten antiferromagnetischen Strukturen zeigen im geordneten Zustand eine rhomboedrische Verzerrung, jedoch wurde von I. S. SMART und S. GREENWALD[3]) auch eine Spinanordnung vorgeschlagen, die einer tetragonal verzerrten Struktur entspricht.

Es wurde im hiesigen Institut die Temperaturabhängigkeit und Konzentrationsabhängigkeit des Achsverhältnisses der A1Vt-Phasen untersucht[3]),[4]). Dabei hat sich herausgestellt, daß bei allen bisher untersuchten Phasen mit steigender Temperatur das Achsverhältnis sinkt, in Übereinstimmung mit der Erwartung aus der Bandmodelldeutung. Die Konzentrationsabhängigkeit erfüllte jedoch nicht die Erwartung. Es ergaben sich Phasen, die vom Standpunkt der Deutung normal waren und solche, die sich anomal verhielten. Es wurde vorgeschlagen, daß eine Erklärungsmöglichkeit für diese *c/a*-Anomalie in einem bei Legierungen häufig auftretenden Lückenbildungsmechanismus liegt[2]),[5]). Außerdem können hier natürlich auch „magnetische" Wirkungen vorliegen.

Die antiferromagnetischen Oxyde usw. streben bei Erhöhung der Temperatur einer B1-Struktur zu, in der das Metallatom im A1-Verband liegt, wogegen die A1Vt-Phasen dem A2(W)-Typ zustreben. Der Unterschied erklärt sich wie folgt: Die A1Vt-Phasen haben im allgemeinen eine VEK von etwa 1,4. Diese VEK wird bei höheren Temperaturen etwas größer, weil Elektronen aus dem dichtbesetzen *d*-Band ins Valenzband angeregt werden. Wie man weiß[6]), verbietet die VEK 1,5 in einer Legierungsphase aus B-Element-Partnern mit ähnlichem Atomradius eine A1-Struktur; sie gestattet eine A2- oder eine A3-Struktur, je nachdem ob ein COULOMB-Energie-Beitrag wesentlich ist oder nicht. Da der A1Vt-Typ durch homogene Verzerrung in das A2-Gitter überführbar ist und eine stärkere COULOMB-Wechselwirkung zuläßt als der A3-Typ, wird das A2-Gitter angestrebt. — Die antiferromagnetischen Oxyde jedoch haben eine Zahl von rund 8 Valenzelektronen je Metallatom und besitzen eine zusätzliche „Abstützung" durch die O-Atome. Bei der vergleichsweise hohen VE-Dichte im Raum wird aber die Ortskorrelation der Valenzelektronen wesentlich. Es wurde eine Ortskorrelation angegeben, die für den B1-Typ (Anionenpackung) in Frage kommt[7]); diese Korrelation ist aber sowohl im verzerrten Zustand als auch im unverzerrten Zustand oberhalb des CURIE-Punkts wirksam, d.h. die antiferromagnetischen Oxyde werden bei Zerstörung der Spinkorrelation dem B1-Typ zustreben. In gleiche Richtung wirken die eingelagerten O-Atome.

Nun hat neuerdings I. C. SLATER[8]) für die Ordnungsstruktur CuPt als Strukturargument die wesentliche Wirksamkeit des Bandmodells vorgeschlagen. In der Tat zeigt die vereinfachte Betrachtungsweise[2]), daß beim geordneten CuPt in der 32atomigen pseudokubischen Zelle die Überstruktur-BRILLOUIN-Ebenen (BE) (111), (200), (220) und (131) auftreten, deren Taktions-VEK bzw. 0,17; 0,26; 0,74 und 1,19 sind. Es kommen also als stabilisierende BE in Frage (220) und (131), die beide eine große Flächenhäufigkeit haben. Wird BE(220) von der FERMI-Kugel tangiert, so hat das Pt-Atom $^1/_2$ Elektronen-Leerstellen in der *d*-Schale, was mit sonstigen kristallchemischen Kenntnissen vereinbar ist. Betrachten wir dagegen das CuAu, so treten in der 4atomigen Zelle die neuen Linien (100) und (110) auf mit den Taktions-VE-Konzentrationen 0,26 und 0,74, die beide nicht in Frage kommen. Wir müssen deshalb eine Taktion von BE(111) erwarten mit der TVEK $\approx$ 1,4. Das würde zu 0,4 Löchern in der *d*-Schale führen, also ebenfalls zu einer Bereitschaft zu „magnetischen" Wechselwirkungen. Nun kann man dem Au bereits in seinen α-A1-Mischkristallen mit B-Elementen die VEK 1,15 zuschreiben[9]), so daß die Zahl von 0,4 Löchern bei CuAu plausibel erscheint. Die einzige uns bekannte Phase, bei der das Auftreten von Löchern in der *d*-Schale überraschend erscheint, ist das $Cu_3Ge$, das in seiner Hochtemperaturmodifikation eine trigonal verzerrte A2-Struktur aufweist[10]). Bei tieferen Temperaturen sind sicher keine *d*-Elektronen des Cu thermisch angeregt, es tritt eine A3-Struktur auf. Da jedoch die VEK 1,75 für ε-A3[2]) ungünstig ist, wird die Struktur orthorhombisch verzerrt[2]),[10]). Die magnetische Untersuchung der röntgenographisch-kristallchemisch studierten Verbindungsgruppe der A1Vt-Phasen erscheint von Interesse.

*Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart.* KONRAD SCHUBERT.

Eingegangen am 22. März 1952.

[1]) SCHUBERT, K.: Naturwiss. **37**, 561 (1950).
[2]) SCHUBERT, K.: Z. Metallkunde **43**, 1 (1952).
[3]) SMART, I. S., u. S. GREENWALD: Physic. Rev. **82**, 113 (1951).
[4]) SCHUBERT, K. u. Mitarb.: Z. Metallkunde (erscheint demnächst).
[5]) SCHUBERT, K.: Diskussion im Symposium der Sektion für Kristallographie der Mineralogischen Gesellschaft in Frankfurt 1951.
[6]) Vgl. z.B. [2]), [3]).
[7]) SCHUBERT, K.: Z. Naturforschg. **5a**, 345 (1950).
[8]) SLATER, I. C.: Physic. Rev. **84**, 179 (1951).
[9]) SCHUBERT, K.: Zur Kristallchemie dichter Kugelpackungen. Stuttgart 1951.
[10]) SCHUBERT, K., u. G. BRANDAUER: Erscheint demnächst.

### Redoxpotentiale aromatischer Nitroso-Hydroxylamin-Verbindungen.

Im Zusammenhang mit Untersuchungen an aromatischen Nitroverbindungen[1]) wurde die Frage der Reversibilität der Nitroso-Reduktionsreaktionen geprüft. Es wurden polarographische Stromspannungskurven $5 \cdot 10^{-4}$ molarer gepufferter Lösungen der unten angeführten Stoffe mit 20% Methanolgehalt bei 20,0° C bei verschiedenen $p_H$-Werten aufgenommen.

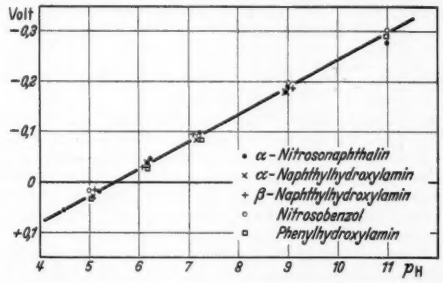



Fig. 1. Halbstufenpotentiale (bezogen auf die gesättigte Kalomelelektrode bei 20° C) für einige Reduktions- und Oxydationsreaktionen in Abhängigkeit vom $p_H$-Wert.

In der Fig. 1 sind die Halbstufenpotentiale der Reduktionsstufen von α-Nitrosonaphthalin und Nitrosobenzol wie auch der Oxydationsstufen von α- und β-Naphthylhydroxylamin und Phenylhydroxylamin im $p_H$-Bereich zwischen 5 und 11 aufgetragen. Die Werte für Nitrosobenzol und Phenylhydroxylamin befinden sich in Übereinstimmung mit Ergebnissen von J. W. SMITH und J. G. WALLER[2]).

Es zeigt sich, daß sämtliche Halbstufenpotentiale auf einer Gerade zu liegen kommen, die eine Neigung von 53 mV/$p_H$-Einheit zeigt (was innerhalb der Streugrenzen einem theoretischen Wert von 58 mV entspricht).

Aus den unter gleichartigen Reduktions- bzw. Oxydationsbedingungen gleichen Halbstufenpotentialen für sämtliche angeführten Stoffe ergibt sich, daß es sich — auch bei Nitrosonaphthalin/Naphthylhydroxylamin — um Redoxsysteme handelt und daß geschlossen werden kann, daß das noch nicht zugängliche $\beta$-Nitrosonaphthalin beständig und ebenfalls bei gleichem Potential reduzierbar sein wird.

Die Messungen ergeben ferner, daß bezüglich des Reduktionspotentials der betrachteten Gruppen es gleichgültig ist, ob sich diese am Benzolring oder in $\alpha$- oder $\beta$-Stellung am Naphthalinring befinden. Auch die Gleichheit bei $\alpha$- und $\beta$-Stellung war nicht ohne weiteres zu erwarten, da sowohl auf Grund einer FOURIER-Analyse des Naphthalins[3]) als auf Grund quantenmechanischer Rechnungen[4]) die Elektronendichte am $\alpha$-C etwas größer als am $\beta$-C-Atom gefunden wurde. Die Berechnungen, die nach der Valenzmethode von HEITLER-RUMER durchgeführt wurden, ergaben allerdings in den Beträgen der Elektronendichten der einzelnen C-Atome nur wenig voneinander abweichende Werte ($\alpha$-C: 0,892; $\beta$-C: 0,883; meso-C: 0,903); diese unterscheiden sich aber in den röntgenographisch bestimmten Elektronendichten um 5 bis 10%. Solche Unterschiede üben also keinen Einfluß auf die Reduzierbarkeit aus.

Auch bei $\alpha$- und $\beta$-Nitronaphthalin lassen sich deren polarographische Reduktionspotentiale in dem Bereich zwischen $p_H$ 2 und 10 bei einer Konzentration von $10^{-4}$ molar durch eine einzige Gleichung $\varepsilon_{\frac{1}{2}} = (-0{,}050 - 0{,}053 \cdot p_H)$ Volt darstellen (Nitrobenzol folgt cet. par. der Gleichung $\varepsilon_{\frac{1}{2}} = -0{,}125 - 0{,}0544 \cdot p_H$).

Die Stufenhöhen der Stromspannungskurven der Nitrosoverbindungen entsprechen im übrigen der Entladung von 2 H-Ionen, also der Reduktion zum Hydroxylamin und sind gleich den Oxydationsstufen der Hydroxylamine gemäß der Reaktionsgleichung $R \cdot NO + 2\,H^{\cdot} + 2\ominus \rightleftharpoons R \cdot NHOH$. Die Gestalt der Reduktions- und der Oxydationsstufen (die Kurvensteigung) erfüllt ebenfalls den theoretischen Verlauf nach $\varepsilon = \frac{RT}{2F} \ln \frac{i_d - i}{i} + K$, wodurch noch ein weiterer polarographischer Beweis für die Reversibilität der Elektrodenreaktionen erbracht ist.

Außer den behandelten Redoxstufen zeigen alle hier untersuchten Verbindungen noch irreversible Entladungsstufen, die bei negativeren Potentialen liegen und deren Höhe vom $p_H$-Wert der Meßlösung abhängig sind.

*Institut für Physikalische Chemie der Universität Freiburg i. Br.*

L. HOLLECK und H. J. EXNER.

Eingegangen am 11. Februar 1952.

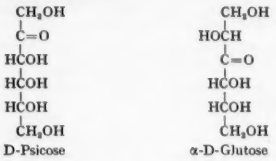
[1]) HOLLECK, L., u. H. J. EXNER: Z. Elektrochem. **56**, 46 (1952).
[2]) SMITH, J. W., u. J. G. WALLER: Trans. Faraday Soc. **46**, 290 (1950).
[3]) ABRAHAMS, ROBERTSON u. WHITE: Acta Crystallogr. **3**, 238 (1949).
[4]) KLEMENT, O.: Helv. chim. Acta **1951**, 2230.

### Nachweis von D-Psicose als Umlagerungsprodukt von Glucose, Fructose und Mannose.

Im Rahmen unserer Untersuchungen über das Verhalten von Zuckern im neutralen, schwach sauren und schwach alkalischen Gebiet bei höheren Temperaturen konnten wir mit Hilfe der Papierchromatographie die gegenseitige Umwandlung von Glucose, Fructose und Mannose ineinander im Sinne der LOBRY DE BRUYNschen Umlagerung nachweisen[1]). Die Unterscheidung der Umlagerungsprodukte erfolgte mit den von uns neu eingeführten Sprühreagenzien[2]). Diese Reagenzien sind:

1. Das Zinnchlorürdoppelsalz des salzsauren p-Aminodimethylanilins; es dient zum Nachweis aller Zucker. (Reduzierende und nichtreduzierende Mono- und Oligosaccharide.)
2. MÜLLERsche Lösung; spricht nur auf reduzierende Zucker an.
3. Sodaalkalische Hypojoditlösung; reagiert nur mit Aldosen.

Bei unseren Versuchen mit Glucose, Fructose und Mannose fanden wir außerdem ein allen drei Zuckern gemeinsames Reaktionsprodukt mit größerem $R_F$-Wert als diese Zucker auf, bei dem es sich auf Grund unserer Nachweisreaktionen nur um eine Ketose handeln konnte[1]). Zur Diskussion stellten wir die Struktur einer D-Psicose, $\alpha$- oder $\beta$-Glutose und eventuell die eines reduzierenden 1.2-Fructosemonoanhydrids. Prof. T. REICHSTEIN (Basel) überließ uns liebenswürdigerweise eine kleine Probe synthetisch dargestellter D-Psicose[3]). Wir konnten in Papierchromatogrammen nachweisen, daß die bei unserer Umlagerungsreaktion erhaltene Ketohexose mit der D-Psicose identisch ist.




Weiterhin erwies sich das Umwandlungsprodukt, welches durch Einwirkung von Bleihydroxyd auf Fructose entsteht und das von LOBRY DE BRUYN und VAN EKENSTEIN als Glutose (3-Ketohexose) angesehen wurde[4]), als identisch mit

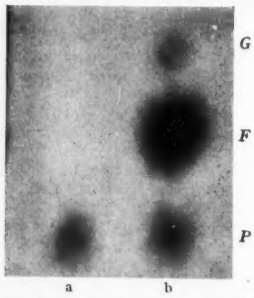



Fig. 1a u. b. Papierchromatogramm verschiedener Hexosen. a 1%ige Vergleichslösung von synthetisch dargestellter D-Psicose; b 20%ige, phosphatgepufferte ($p_H$ = 7,0) Fructoselösung nach 6stündigem Erhitzen auf dem Wasserbad.
*G*: D-Glucose, *F*: D-Fructose, *P*: D-Psicose.

unserem Umlagerungsprodukt und der synthetisch dargestellten D-Psicose.

Eine 3-Ketohexose (Glutose) tritt offenbar bei der sog. LOBRY DE BRUYNschen Umlagerung nicht auf.

Während der Drucklegung wurde uns bekannt, daß ZERBAN, SATTLER, ROSENTHAL und GLAUBACH (Sugar **47**, 33, Februar 1952) einen indirekten Beweis für die Existenz der Psicose über die Altrose versucht haben. Ihre Ergebnisse ergänzen die unsrigen in wertvoller Weise.

*Braunschweig, Institut für landwirtschaftliche Technologie und Zuckerindustrie an der Technischen Hochschule.*

F. SCHNEIDER und G. A. ERLEMANN.

Eingegangen am 8. März 1952.

[1]) SCHNEIDER, F., u. G. A. ERLEMANN: Zucker-Beih. **1**, 41 (1951).
[2]) SCHNEIDER, F., u. G. A. ERLEMANN: Zucker-Beih. **1**, 40 (1951).
[3]) REICHSTEIN, T., u. M. STEIGER: Helv. chim. Acta **19**, 184 (1936).
[4]) LOBRY DE BRUYN, C. A., u. W. ALBERDA VAN EKENSTEIN: Recueil Trav. chim. Pays-Bas **15**, 92 (1896); **16**, 274 (1897).

### Zur Funktion der Perikardialzellen, weitere experimentelle Untersuchungen an der Larve von Panorpa communis L.

In einer vorhergehenden Untersuchung[1]) wurde in der Larvenentwicklung von *Panorpa communis* L. ein dem Häutungsrhythmus der Epidermis parallel gehender Funktionsrhythmus der Perikardialzellen festgestellt; auf eine fortschreitende Sekretansammlung in jedem Larvenstadium erfolgt kurz vor und während des Häutungsaktes die Sekretauflösung[2]). Von Beginn der Diapause an sind die Perikardialzellen sekretfrei. In allen Stadien zeigen die Perikardialzellen eines Tieres ein auffallend einheitliches Bild, so daß eine übergeordnete Regulation, wahrscheinlich auf humoraler Grundlage, angenommen werden muß. Schnürungs- und Hungerversuche an den Larven[1]) zeigten, daß hierbei in den Perikardialzellen nur noch eine Sekretauflösung ohne Sekretneubildung stattfindet, bei Wiederfütterung treten in den Perikardialzellen sehr schnell wieder Sekretkugeln auf. In diesen Versuchen wurde immer mit Leber gefüttert.

Im Spätsommer 1951 wurden die Experimente wieder aufgegriffen, um den *Einfluß des Nahrungsfaktors* weiter zu analysieren. Für eine vergleichende Untersuchung des Einflusses der Nahrungsstoffe ist für den Versuchsbeginn ein einheitlicher Funktionszustand der Perikardialzellen aller Tiere zu

fordern. Im Hungerversuch ist eine Möglichkeit gegeben, durch äußere Bedingungen dieses zu realisieren; vom 3. Hungertage an sind stets alle Perikardialzellen sekretfrei und enthalten nur lockeres, vakuolisiertes Plasma. Die Anzucht aller Versuchstiere erfolgte mit Leberfütterung bis zum 6. bzw. 7. Lebenstag, nach 6 Hungertagen wurde dann das Versuchsfutter gegeben. Bei Wiederfütterung mit Leber, Fett und Stachelbeere zeigte sich im histologischen Bild, daß nur nach Leberfütterung in den Perikardialzellen eine starke Neubildung der Sekrete erfolgt. Bei Fettfütterung waren dagegen keine Sekretkugeln zu finden, die mit Obst gefütterten Tiere hatten nur sehr große Vakuolen. Die Qualität der aufgenommenen Nahrung spielt also bei der Sekretbildung der Perikardialzellen eine Rolle. Da Leber zu einem großen Teil aus Eiweiß und Glykogen besteht, war zu fragen, ob die Eiweiß- oder die Kohlenhydratkomponente für die Bildung der Sekretkugeln verantwortlich ist. Deshalb wurde gefüttert mit: Leber, magerem Kalbfleisch, Kasein und als Kohlenhydrat Maisstärke und Weizenschrot (Kasein mit Wasser aufgequollen, Stärke und Weizenschrot mit Wasser erhitzt). Das histologische Bild ergab, daß nur die eiweißhaltigen Nahrungsstoffe die Bildung der Kugeln in den Perikardialzellen hervorrufen, und zwar ist die Sekretbildung am stärksten bei Kaseinfütterung, es folgt Muskelfleisch und dann Leber, bei Weizenschrot treten nur ganz vereinzelt sehr kleine Sekretkugeln auf; bei Fütterung mit Maisstärke kommt es nur zur Bildung sehr großer Vakuolen. In einer weiteren Serie wurde untersucht, ob außer Eiweiß auch Eiweiß*bausteine* die Perikardialzellen zur Sekretbildung anregen können. Es wurden Pepton (WITTE-Pepton), Kaseinhydrolysat und Glykokoll verfüttert, mit Wasser allein und in verschiedenen Konzentrationen mit Stärke vermischt. Als positive Kontrolle lief jetzt parallel Kasein-, als negative Maisstärkefütterung. Bei Pepton und Peptonstärke 1:1 zeigt sich eine ebenso starke Sekretneubildung wie bei Kaseintieren. Das Ergebnis der Fütterung mit Kaseinhydrolysat und Glykokoll ist noch nicht eindeutig. Die Versuche müssen hier noch mit anderen Konzentrationen und längeren Zeiten fortgesetzt werden; es scheint aber, als bewirkten auch sie die Bildung der Perikardialzellensekrete.

Die Wiederfütterungen erfolgten in 2 Versuchsgruppen: A. bei Tieren des frühen Stadiums IV [Beginn des Hungerns nach der kritischen Periode[1]) der 3. Larvenhäutung] und B. bei Tieren des Stadiums III, deren 3. Larvenhäutung durch Beginn des Hungerns vor der kritischen Periode gehemmt war. Beide Gruppen reagieren in bezug auf die Neubildung der Perikardialzellensekrete je nach Wiederfütterung mit verschiedenen Nahrungsstoffen gleich. Es ist also nicht der Häutungsvorgang an sich, sondern die Eiweißkomponente der Nahrung, die die Neubildung der Perikardialzellensekrete bewirkt. In einer Versuchsserie der Gruppe B wurde mit der Fixierung gewartet, bis die Wiederfütterungstiere die Häutung zu Stadium IV nachholten. Die geringe Zahl der Tiere (je $n = 4$) erlaubt hier noch keine gesicherte Aussage, es sei aber erwähnt, daß die Lebertiere sich am 5. bis 7. Wiederfütterungstage häuteten, die mit Fett wiedergefütterten dagegen erst am 10. bis 14. Tage.

Zur Klärung der Frage, ob der Nährstoffspiegel des Blutes allein der regulierende Faktor für die Perikardialzellensekretion ist oder ob noch eine hormonale oder nervöse Steuerung dazwischengeschaltet ist, wurde ein Vorversuch mit isoliertem Perikardialzellengewebe gemacht[3]). Mit dieser Methode der Isolierung aus dem Gesamtorganismus ist bei Fortführung der Versuche vielleicht zur Frage der Funktion und der Steuerung der Perikardialzellentätigkeit eine weitere Klärung zu finden.

Wie die Untersuchungen HOLLANDES[4]) sprechen auch die hier beschriebenen Ergebnisse an Panorpalarven gegen die alte Nephrozytentheorie [KOWALEVSKY u. a.[5])], die aus der Ansammlung von injizierten Farbstoffen gefolgert wurde. Die Perikardialzellen sind demnach *keine ausscheidenden* Stoffwechselorgane, sondern scheinen *intermediär* beim Eiweißum-, -auf- oder -abbau eine Rolle zu spielen. Ihr Häutungsrhythmus dürfte bei der Panorpalarve aus der Unterbrechung der Nahrungsaufnahme kurz vor dem Häutungsakt[1]) zu erklären sein. Ob sie auch als Mikrophagozytärorgane[6]) funktionieren, müssen Versuche auf mehr physiologischer Basis, als es Farbstoffinjektionen sind, beweisen. REHM[7]) nennt die Perikardialzellen von Ephestia kühniella „inkretorische Organe"; wieweit auch dort der Nahrungsfaktor auf die Häutungsperiodizität regulierend wirkt, müssen erst Experimente zeigen. Daß dort die Anhäufung der Sekrete erst am Ende der Freßperiode eines jeden Larvenstadiums erfolgt, ist vielleicht durch die eiweißarme Nahrung der Mehlmotten zu erklären. Mit der Funktionsdeutung als Organe des intermediären Eiweißstoffwechsels ist nicht besagt, daß die Perikardialzellen für die Häutungs- und Metamorphosevorgänge bedeutungslos seien; sie sind vermutlich Eiweißlieferanten oder bilden ein Eiweißdepot, darüber müssen erst weitere Experimente Auskunft geben.

Die Untersuchungen wurden in Tübingen begonnen und am Zoologischen Institut München fortgesetzt. Den Herren Prof. K. VON FRISCH und A. KÜHN danke ich vielmals für die freundliche Unterstützung.

*Zoologisches Institut der Universität München, München 2, Luisenstraße 14.*

ILSE SCHWINCK.

Eingegangen am 13. März 1952.

[1]) SCHWINCK, I.: Roux' Arch. **145**, 62 (1951).

[2]) Für die hier beschriebenen Untersuchungen wurde fixiert mit Bouin-Dubosque, Carnoy u. a. und gefärbt mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN und Trichrom nach MASSON. Weitere Färbungen und histochemische Reaktionen der Perikardialzellen und ihrer Sekretkugeln sollen an anderer Stelle beschrieben werden.

[3]) Teile des Perikardialzellenstranges wurden im hängenden Tropfen Belar-Ringer unter Zusatz von Pepton, Aminosäuren usw. für 12 bis 14 Std überlebend gehalten und dann fixiert und histologisch untersucht.

[4]) HOLLANDE, A. CH.: Archives de Zool. **55**, 67 (1916). — Archives Anat. microsc. **18**, 85 (1921).

[5]) KOWALEVSKY, A.: Biol. Zbl. **9**, 33, 65 (1889). — Sur les organes excréteurs chez les arthropodes terrestres. Congr. internat. Zool. Moskau 1892, S. 187.

[6]) LESPERON, L.: Archives de Zool. **79**, 1 (1937).

[7]) REHM, M.: Roux' Arch. **145**, 205 (1951).

## Einfluß der Wachstumsbedingungen auf die „Tötung" von bact. coli durch UV-Licht und Kritik des Eintreffermodells.

Die Tötung von Bakterien durch Strahlungen wird heute auf Grund des exponentiellen Verlaufs der Dosis-Effekt-Kurven (Prozentsatz der getöteten Bakterien als Funktion der spezifischen Strahlungsdosis) allgemein als Eintreffervorgang gedeutet. Versuche haben jedoch gezeigt, daß dieser Verlauf für bact. coli bei UV-Licht nur bis zu einem Überlebendenprozentsatz von 10% und bei α-Strahlen nur bis zu 60% herunter gilt. Bei größeren Dosen dagegen steigt die Sterbewahrscheinlichkeit ständig an. Formal treffertheoretisch läßt sich dies durch Überlagerung eines Eintreffers mit einem Mehrtreffer deuten[1]).

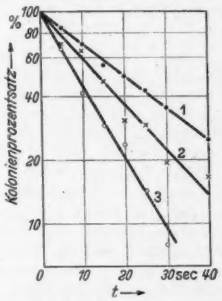



Fig. 1. Kolonienprozentsatz von bact. coli nach UV-Bestrahlung für verschiedene Wachstumsbedingungen. *1* Normalagar, 39 bis 40° C; *2* Agar mit 0,8% LiCl, 39° C; *3* Normalagar, zunächst 48 Std 4° C dann 20° C.

Auch morphologische Beobachtungen sprachen gegen einen reinen Eintreffer. Bei der Verfolgung des Wachstumsvorgangs unter dem Mikroskop war zu erkennen, daß die geschädigten, keine Kolonien bildenden Bakterien keineswegs durch die Strahlung sofort getötet waren. Bei allen Bakterien traten erhebliche, mit zunehmender Dosis zunächst stärker werdende Wachstumsanomalien („Schlangenbildung") auf, und im Anfangsstadium des Wachstums lagen dem Augenschein nach kontinuierlich alle Abstufungen der Schädigung vor. Durch das angewandte Zählverfahren bedingt, wird dann die Grenze zwischen Leben und Tod willkürlich durch die Fähigkeit, unter bestimmten Bedingungen Kolonien zu bilden, festgelegt. Aus diesem Grund lag es nahe, zu untersuchen, ob der Verlauf der Dosis-Effekt-Kurven durch verschiedene Wachstumsbedingungen nach der Bestrahlung zu beeinflussen ist. Daß ultrarote Strahlung „durch UV-Licht getötete Aktinomyzetensporen wieder zum Leben erwecken kann", ist aus einer Arbeit von KEŁNER[2]) bekannt.

Wir haben daher den Überlebendenprozentsatz als Funktion der Bestrahlungszeit bei konstanter Intensität von UV-Licht ermittelt, dabei jedoch nach der Bestrahlung verschiedene Nährböden und Bebrütungstemperaturen verwandt. Das hierzu angewandte Meßverfahren (mikroskopisches Zählverfahren) ist an anderer Stelle ausführlich beschrieben[1]). Aus Fig. 1 geht hervor, daß der anfänglich exponentielle Verlauf

stets erhalten bleibt, aber die Halbwertszeit von den Wachstumsbedingungen abhängt. Für normalen oder verdünnten Bouillonagar mit und ohne Zucker bei einer Bebrütungstemperatur von 39° C ist zwar der Kurvenverlauf gleich. Werden die auf Normalagar geimpften Bakterien jedoch nach der Bestrahlung zunächst bei 4° C aufbewahrt und wachsen dann bei 20° C, so ist bei stark verminderter Wachstumsgeschwindigkeit die Sterbewahrscheinlichkeit größer. Dasselbe ist der Fall bei Hinzufügung von 0,8% Lithiumchlorid zum normalen Nährboden und anschließender Bebrütung bei 39° C. Hierbei treten übrigens, wie bereits bekannt, auch schon ohne Bestrahlung merkwürdige Blähformen auf, die kaum noch an die ursprünglichen Bakterien erinnern. Da die Nulleffekte, d.h. die Prozentsätze der „Toten" ohne Bestrahlung, beim Wachsen unter den jeweiligen Bedingungen, jedoch stets bei 3 bis 5% lagen, können die verschiedenen Wachstumsbedingungen für sich keine tödlichen Schädigungen hervorrufen. Diese Ergebnisse konnten auch mit der üblichen Plattenmethode bestätigt werden.

Für die Deutung jeder einzelnen dieser bis zu Überlebendenprozentsätzen von 10% herunter exponentiell verlaufenden Absterbekurven gelten in vollem Umfang die zur Begründung des Eintreffermodells üblicherweise angeführten Argumente. Zur Erklärung der Verschiedenheit der Kurven müßte man dann annehmen, daß die Wirkungswahrscheinlichkeit eines Primärprozesses durch die Wachstumsbedingungen nach der Bestrahlung beeinflußt werden kann. Die endgültige Entscheidung über Leben und Tod erfolgte also erst nach verhältnismäßig langer Zeit, bis zu der sich die Wachstumsbedingungen auf das Bakterium haben auswirken können. Dann aber scheint es unvermeidlich, daß auch die durch die Strahlung hervorgerufenen, erheblichen Schädigungen außerhalb des Treffbereichs, deren Vorhandensein durch die sichtbaren Wachstumsanomalien bewiesen wird, die Wirkungswahrscheinlichkeit beeinflussen müßten. Diese nehmen offensichtlich mit der Bestrahlungsdosis stark zu, die Wirkungswahrscheinlichkeit müßte also ebenfalls mit wachsender Bestrahlungsdosis steigen. Hierzu jedoch steht der exponentielle Charakter der Zeitkurven im untersuchten Intervall im Widerspruch.

Bei der Tötung von bact. coli durch UV-Licht ist also auch für den exponentiellen Beginn der Absterbekurven eine Interpretation durch einen Eintreffer nicht plausibel. Damit scheint es aber auch ganz allgemein bewiesen, daß im Anfang exponentiell verlaufenden Dosis-Effekt-Kurven im Gegensatz zu der üblichen Schlußweise nicht unbedingt eine Eintrefferreaktion zugrunde liegen muß.

In diesem Zusammenhang sei auf einen völlig andersartigen Fall hingewiesen, wo es ganz offensichtlich ist, daß aus einer exponentiellen Abhängigkeit nicht darauf geschlossen werden darf, daß ein einziges diskretes Ereignis den Effekt hervorruft. Für die Absorption von $\beta$-Strahlen gilt bei bestimmten experimentellen Anordnungen bis hinunter zu Materiedicken, die die Zahl der nachgewiesenen $\beta$-Teilchen auf einige Prozent herabsetzen, unabhängig von der Gestalt des Spektrums, recht gut ein Exponentialgesetz für die Abhängigkeit von der Absorberdicke. Nun ist aber bereits der Prozeß der Absorption eines einzigen $\beta$-Teilchens im allgemeinen durch Vielfachstreuung bedingt, beruht also auf einer großen Anzahl von verschiedenen Einzelvorgängen. Hier, wo man über die Einzelheiten etwas näher unterrichtet ist, kann also natürlich die Exponentialfunktion nicht durch einen „Eintreffervorgang" gedeutet werden.

*Hygiene-Institut der Universität Göttingen.*

HERMANN ENGELHARD und THEA HOUTERMANS.

Eingegangen am 11. Februar 1952.

[1]) ENGELHARD, H., u. T. HOUTERMANS: Z. Naturforschg. 5b, 264 (1950).

[2]) KELNER, A.: Proc. Nat. Acad. Sci. USA 35, 73 (1949).

## Über das Studium der Chondriosomen der Soorhefe (Monilia albicans) und ihr Nachweis mit Triphenyltetrazoliumchlorid.

2. Mitteilung.

Die großen hellglänzenden Körper im Plasma (die Chondriosomen) und die kleinsten, kaum sichtbaren Körper mit ihrer stark tanzenden Bewegung in den Vakuolen der Soorhefe (Monilia albicans) sind hier Gegenstand unserer Untersuchungen. In einer früheren Mitteilung[1]) haben wir darauf hingewiesen, daß sich die Chondriosomen der Sproßzellen von Monilia albicans mit wäßriger 1%iger TTC-Lösung fast immer rot anfärben lassen. Nach Änderung der Versuchsmethode gelingt es uns jetzt regelmäßig, eine Rotfärbung der Chondriosomen zu erreichen. Damit ist uns heute die Möglichkeit gegeben, die Zellgranula in den Sproßzellen einwandfrei zu beobachten und ihre Eigenarten zu erkennen.

Mit dieser neuen Methode gelang es uns sogar, bei Sproßzellen, die einen Monat alt und stark eingetrocknet waren, unter Einwirkung von TTC nach 20 min eine Rotfärbung der Chondriosomen zu erreichen. Außerdem gelang uns ein Nachweis der Dehydrasewirkung von Chondriosomen der Sproßzellen, die mit Antiformin vorbehandelt waren.

Nach Einwirkung der Antiforminlösung auf die Soorhefe konnten wir erkennen, daß sich ein großer Teil der Sproßzellen aufgelöst hatte und nur noch Chondriosomen dieser Zellen im Nativ-Präparat mikroskopisch zu sehen waren. Hierzu soll eine Öse von Sproßzellen in 1 bis 2 cm³ Antiforminlösung 25%ig verwendet werden. Nach Schütteln des Röhrchens und Abzentrifugierung der Antiforminlösung zeigen sich im mikroskopischen Bild von dem Sediment Chondriosomen oftmals mit Anhängseln von kleinsten Körperchen, die mit den Mitochondrien der Mäuse-Aszites-Tumorzellen nach Einwirkung von Antiformin zum Verwechseln ähnlich sind. Das Hefe-Antiformin-Gemisch bzw. das Sediment haben wir in 10%ige Traubenzuckerbouillon gebracht und ungefähr 20 Tage teils im Brutschrank bei 37°, teils bei Zimmertemperatur bebrüten lassen. Zur Untersuchung der Dehydrasewirkung der Chondriosomen wurde das Zentrifugat der Bouillon mit TTC-Lösung versetzt und nach Einwirkung bei 56° nach 20 min untersucht. Während eine Rotfärbung der Chondriosomen nach dieser Zeit nicht zu beobachten war, fand sich nach 24stündiger Einwirkung eine typische Rotfärbung derselben. Eine Verwechselung mit Formazankristallen kann auf Grund unserer eingehenden Untersuchung ausgeschlossen werden. Durch diese Beobachtung wird uns heute eindeutig klar, daß bei Chondriosomen, wenn auch die Lebensbedingungen äußerst eingeschränkt sind, der Fermentstoffwechsel noch lange nicht beeinflußt wird. Hingegen zeigt sich, daß nach der Einwirkung von TTC auf die Sproßzellen kein Wachstum mehr zu erzielen ist.

Wie SCHANDERL[2]) schreibt, konnte er die ausgewanderten Hefegranula nach Abtrennung mittels geeigneter Membranfilter von den Hefezellen auf Agar wieder kultivieren. Uns gelang es, aus den mit Antiformin aus den Sproßzellen der Monilia albicans isolierten Chondriosomen in Bierwürze bei 37° massenhaft Plaques von kleinen Granula zu züchten, die, in den Kulturen von Mitochondrien der Mäuse-Aszites-Tumorzellen nach Einwirkung von Antiformin vorbehandelt, keine Unterschiede zeigten. Hierüber Näheres in einer anderen Mitteilung.

Während wir anfangs zu einer Aufschwemmung von Monilia albicans in physiologischer Kochsalzlösung einige Tropfen TTC-Lösung hinzufügten, sind wir jetzt dazu übergegangen, Sproßzellen in 1%iger TTC-Lösung aufzuschwemmen; wir erreichen dadurch schon nach 10 bis 20 min bei 56° regelmäßig eine Formazanreaktion.

Bei dieser Gelegenheit haben wir nun beobachten können, daß sich bei einigen Sproßzellen, — wie es auch SCHANDERL schreibt — durch eine Spaltöffnung der Sproßzellenhülle der Plasmaaustritt vollzieht, und zwar gruppiert mit Chondriosomen, die mit TTC rotgefärbt sind. Dieser Plasmaaustritt zeigt sich oftmals in Form eines wolkenartigen Plasmagebildes, in dem die leuchtend roten Chondriosomen sitzen.

Wir haben des öfteren in Sproßzellenkulturen chondriosomenähnliche Körper auch *außerhalb* der Zellen beobachtet und immer schon den Verdacht gehabt, daß diese ausgetretenen Granula aus den Sproßzellen gekommen sein müssen. Wir finden oftmals Sproßzellen ohne Chondriosomen, wobei die Zellwand eine typische Spaltöffnung zeigt, durch die die Ausstoßung von plasmaähnlicher Substanz mit den Granula erfolgt sein muß. Wie oben geschildert, haben wir den Plasmaaustritt jetzt eingehend verfolgen können. Die *außerhalb* liegenden Granula entsprechen der Größe der Chondriosomen der Sproßzellen und sind in der TTC-Lösung, wie die Chondriosomen der Zelle, rotgefärbt. Wir finden innerhalb der Sproßzellen, es handelt sich hier um den Soorstamm Castelli Lugano, meistens 1 bis 2 Chondriosomen, oftmals auch mehrere rotgefärbte kleine Körper.

Die kleinsten Granula, die man unter besonderen Bedingungen des Nährbodens in den Sproßzellen findet, zeigen, wie es auch ENDERLEIN[3]) und SCHANDERL[4]) beschreiben, ganz

lebhafte Bewegungen. Uns gelang es jetzt, diese Körper mit TTC anzufärben und ihre Bewegungen zu studieren. Da wir auch außerhalb der Sproßzellen in diesen Kulturen rotgefärbte, kleinste Granula mit starker Eigenbewegung beobachteten, so erscheint es uns durch den Nachweis des Plasmaaustritts aus den Sproßzellen auch hier einwandfrei, daß diese kleinsten Körper, die man in tanzenden Bewegungen innerhalb der Sproßzellen findet, den außerhalb liegenden kleinsten Körpern gleich sind.

Auf Grund unserer Versuchsergebnisse können wir die Behauptung von ENDERLEIN und SCHANDERL über den Austritt von Chondriosomen und ihren kleinsten Körpern aus den Sproßzellen der Monilia albicans eindeutig bestätigen.

Die technische Durchführung der Arbeit lag in den Händen von Frau INGEBORG LÖHE. An dieser Stelle sei ihr bestens gedankt.

*Sero-bakteriologische Abteilung des Städtischen Krankenhauses Berlin-Buch (Chefarzt: Dr.* W. SEYFARTH).

WOLFRAM SEYFARTH.

Eingegangen am 12. März 1952.

[1]) SEYFARTH, W.: Naturwiss. **39**, 91 (1952).
[2]) SCHANDERL, H.: Zbl. mikrosk. Forschg. u. Methodik (Wien) **6**, 146 (1951).
[3]) ENDERLEIN, G.: Arch. Entw.gesch. Bakterien **1**, H. 1—4 (1931—40).
[4]) SCHANDERL, H.: Züchter **20**, 65 (1950).

# Besprechungen.

**Frauenfelder, P., und P. Huber: Einführung in die Physik.** Bd. I: Mechanik, Hydromechanik, Thermodynamik. München-Basel: Ernst Reinhardt 1951. 496 S., 391 Fig., 4 Taf. u. 1 Titelbild. DM 16.50.

„Das vorliegende Buch ist für naturwissenschaftlich interessierte Studierende ... als *Ergänzung* zur Vorlesung über Experimentalphysik ... gedacht." Für die Verf. ergaben sich daraus zwei Konsequenzen: „Einmal kann auf eine Beschreibung von Apparaten und Demonstrationen verzichtet werden. Dies ist heute weitgehend gerechtfertigt, da die Experimentierkunst ... weitgehend entwickelt ist und eine Beschreibung nur einen armseligen Ersatz einer fesselnden Demonstration darstellt. Zum anderen ist es möglich, den Stoff systematisch aufzubauen, was in einer Vorlesung nicht immer durchführbar ist. Die Systematik bedingt zwar eine gewisse Trockenheit der Darstellung, erleichtert aber die Erreichung eines gesicherten Wissens."

Dem Text sind als Motto zwei Sätze vorangestellt: „Strenge Definitionen bilden das Gerüst jeder quantitativen Wissenschaft. Sie sind die unsichtbaren Gäste bei sachlichen Diskussionen." — Dieser Absicht und Meinung der Autoren muß man sich bei einer Würdigung des Buches bewußt bleiben.

Jeder gute physikalische Unterricht hat zwei Aufgaben zu lösen:

1. In Worte gefaßte Begriffe müssen erfüllt werden mit einer großen Anzahl von persönlichen Erfahrungen. Diese werden vermittelt durch die Demonstration, das Experiment und die Beobachtung.

2. Eine Vielzahl einzelner Tatsachen muß in ein überschaubares, klares System grundlegender Prinzipien und Gesetze eingeordnet werden. Das ist nur möglich mit Hilfe strenger Definitionen und mathematischer Formalismen.

Im Gegensatz zu den meisten Darstellungen widmen die Autoren ihr Buch ausschließlich der zweiten Aufgabe. Sie verzichten bewußt darauf, durch Illustrationen und Beschreibungen einen Ersatz für persönliche Erfahrungen zu bieten. Dabei geben sie eine Einführung, die sich um äußerste Klarheit und Sauberkeit im Formalen bemüht und sie (bis auf wenige hier nicht zu erwähnende Ausnahmen) auch erreicht. Mit großer Sorgfalt werden die Phänomene der Mechanik, Hydromechanik und Thermodynamik auf wenige fundamentale Postulate und Naturgesetze bezogen. Die Verwendung nicht definierter Begriffe wird entsprechend dem Motto weitgehend vermieden. Dadurch gewinnt die gesamte Darstellung einen hohen Grad von Zuverlässigkeit und Korrektheit. Dieser Eindruck wird noch verstärkt in der großen Zahl quantitativ durchgerechneter Beispiele, die sich zum erheblichen Teil auch für physikalische Übungen vortrefflich eignen.

Seinen vollen Wert wird dieses Buch erst für solche Leser gewinnen, die gleichzeitig in Vorlesung und Übung mit den experimentellen Tatsachen vertraut werden. Das geht besonders deutlich aus den ersten Abschnitten hervor, in denen die Grundbegriffe der Mechanik eingeführt werden müssen. Der Leser erkennt: per definitionem läßt sich nicht der Begriff der Länge, sondern nur das mètre des archives als „Prototyp" einer Längeneinheit, nicht die Zeit, sondern nur der mittlere Sonnentag als „Prototyp" einer Zeiteinheit, nicht die Masse, sondern nur das kilogramme des archives als „Prototyp" einer Masseneinheit festlegen. Das ist in den ersten Definitionen klar formuliert. Im folgenden wird die gleiche Schwierigkeit bei anderen Begriffen unausgesprochen dadurch vermieden, daß nur noch von „physikalischen Größen" gesprochen wird. Dabei wird eine „physikalische Größe" definiert als das Produkt aus einer reinen Zahl und der Einheit der Größe.

Sehr spürbar wird der Charakter des Formalen bei der Einführung des Kraftbegriffes. Die Kraft wird zur Definition des Gewichtes benutzt, nachdem vorher das Gewicht als eine wichtige Kraftgröße vorgestellt worden ist. Die Kraftgröße selbst erscheint in strenger Formulierung aber erst viel später im Aktionsprinzip, das die Verf. aber „nicht zur Definitionsgleichung der Kraft degradieren wollen".

Mancher Leser wird ebenso wie der Ref. bedauern, daß die Wellenlehre nicht mehr in diesem Band im Anschluß an die Hydrodynamik gebracht wird. Doch ist das offenbar durch die Notwendigkeit, den gesamten Stoff auf zwei Bände zu verteilen, bedingt worden. H. PICK (Göttingen).

Eingegangen am 26. Juni 1951.

**Falkenhagen, H.: Statistik und Quantentheorie.** Stuttgart: S. Hirzel 1950. VII, 272 S. u. 25 Abb. 8°. DM 12.—.

Das Buch umfaßt den Stoff zweier Vorlesungen, die man auch 1. statistische Theorie der Materie und Strahlung und 2. Einführung in die Atomphysik zu betiteln pflegt. Es ermöglicht dem Leser einen schnellen Zugang zu diesem umfangreichen Gegenstand und vermittelt eine schöne Einführung in diese ideenreichen Gebiete der Physik. Es hat unter anderem den Vorteil, daß der Verf. sich nicht durch eine Vorliebe für irgend ein Teilgebiet aus seinem Stoff zu breiterer Darstellung dieses Teilgebiets auf Kosten eines anderen hinreißen läßt. Er schreitet vielmehr unter gleichmäßig knapper Behandlung aller Gegenstände und unter Bevorzugung bekannter geschickter Patentlösungen unbedenklich im Texte weiter. Dadurch wird das Buch für den Physikstudenten mittlerer Semester von großem Reiz sein und durch seine Reichhaltigkeit und Kürze zu Fragen und Nachdenken veranlassen. Erwähnen wir folgende Einzelheiten aus seinem Inhalt: Das 1. Kapitel führt den Zusammenhang von Entropie und Wahrscheinlichkeit ein und zeigt dessen Bedeutung an der Zustandsgleichung und den Dichteschwankungen eines Gases. Das 2. Kapitel bringt die klassische Statistik im Phasenraum, den LIOUVILLEschen Satz, die Ergodenhypothese, das MAXWELLsche Geschwindigkeitsverteilungsgesetz, das Äquipartitionstheorem und das LANGEVINsche Gesetz paramagnetischer Gase. Das 3. Kapitel enthält die klassische Theorie der Wärmestrahlung, die PLANCKsche und EINSTEINsche Ableitung der PLANCKschen Strahlungsformel und die DEBYEsche Theorie der spezifischen Wärme fester Körper. Im 4. Kapitel erfolgt der Übergang zur eigentlichen Atomphysik. In diesem besonders reichhaltigen Kapitel findet man eine Darstellung der BOHRschen Atomtheorie, des Phasenintegrals, des Korrespondenzprinzips, des ZEEMAN-Effekts, der Spektren der Alkaliatome, der Multiplettstruktur der Serienterme, des STERN-GERLACH-Effekts, des periodischen Systems der Elemente und der Röntgen- und Bandenspektren. Das 5. Kapitel enthält die Grundlagen der SCHRÖDINGERschen Wellenmechanik, d.h. die mechanische Analogie zum Übergang von der geometrischen zur Wellenoptik, die SCHRÖDINGER-Gleichung, Sätze über Eigenfunktionen, Mittelwerte, Operatoren, und die Grundlagen der HEISENBERGschen Quantenmechanik, d.h. Matrizenrechnung, Vertauschungsrelationen. Im 6. Kapitel folgen Anwendungen der Quantenmechanik auf Oszillator, Rotator, H-Atom, Dispersionstheorie, RAMAN-Effekt, Tunneleffekt. Das Kapitel schließt mit einer Betrachtung des Mehrkörperproblems, der Forderung der Antisymmetrie seiner Eigenfunktionen und der Valenzbindung. Das 7. Kapitel ist der BOSE- und FERMI-Statistik gewidmet. Es bringt eine Theorie der Gasentartung

der chemischen Konstanten, der elektrischen und der Wärmeleitfähigkeit. Das 8. Kapitel beschäftigt sich mit einer Einführung in die Kernphysik, d.h. mit den Nukleonen, dem Massendefekt, dem Tröpfchenmodell der Kerne und den Kernumwandlungen. Ein 9. Kapitel über die Grundlagen der Elektronenoptik und ein ergänzender fünfteiliger Anhang über Probleme der kinetischen Gastheorie, über die Variationsprinzipien der Mechanik, über die Sätze der Thermodynamik, über Phasenintegrale und über die Äquivalenz von Wellen- und Matrizenmechanik beschließen das Buch.

W. Kofink (Karlsruhe).

Eingegangen am 4. Juli 1951.

**Finkelnburg, Wolfgang: Einführung in die Atomphysik.** Zweite umgearbeitete und erweiterte Aufl. Berlin: Springer 1951. XII, 416 S. u. 230 Abb. Geb. DM 39.—.

Unter der umfangreichen Nachkriegsliteratur gibt es wohl nur wenige Bücher, die derart eingeschlagen haben wie die Finkelnburgsche „Atomphysik". Daß für sie bereits drei Jahre nach dem Erscheinen der ersten Auflage [vgl. das Ref. in Naturwiss. **36**, 382 (1949)] eine zweite Auflage nötig wurde, erklärt sich nicht bloß aus der Tatsache, daß für eine Monographie über diesen Gegenstand ein wirkliches Bedürfnis vorlag. Vielmehr hätte sich dieses Buch wohl kaum so durchsetzen können, wenn nicht noch die besondere Darstellungskunst des Verf. hinzugekommen wäre, gepaart mit einer durch zahlreiche eigene Arbeiten auf diesem Gebiet besonders gründlichen Kenntnis der Materie und einer in jedem Abschnitt hervortretenden, durch die Liebe zur Sache bedingten Sorgfalt in der Stoffauswahl und -gestaltung.

Die zweite Auflage enthält gegenüber der ersten zunächst verschiedene begrüßenswerte Verbesserungen und Ergänzungen in den Kapiteln, welche die altbekannten Gebiete der Atomphysik behandeln. Im besondern sind hier zu erwähnen neu hinzugekommene Abschnitte über die Photonen, über die Bose-Statistik, über den Einstein-de Haas-Effekt sowie über verschiedene Probleme der chemischen Bindung und der Festkörperphysik. Besonders zu begrüßen ist aber, daß der Verf. das Kapitel über Kernphysik ganz wesentlich erweitert und dem heutigen Wissensstand angepaßt hat.

Möge es dem Verf. gelingen, sein Werk auch in den weiteren Auflagen in der gleichen, so gut verständlichen Art und ohne allzu große Umfangsvermehrung stets auf dem modernsten Stand der Forschung zu halten!

F. Sauter (Göttingen).

Eingegangen am 27. Juli 1951.

**Herrmann, G., u. S. Wagener: Die Oxydkathode.** Teil 2. 2. neubearb. Aufl. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1950. VIII, 284 S., 147 Abb. u. 3 Tafeln. 8°. Geb. DM 29.—.

Die 1944 erschienene Monographie von G. Herrmann und S. Wagener (Technik und Physik der Oxydkathode, 2. Teil) war eine sehr gut gelungene kritische Zusammenfassung der bisher an Oxydkathoden gewonnenen Erkenntnisse. Die Auffassung der Oxydkathode als Überschußhalbleiter erwies sich für das Verständnis der vielfältigen Beobachtungstatsachen als sehr brauchbar. Von besonderem Vorteil war es, daß sich die Autoren auf Grund langjähriger eigener Arbeiten in der Entwicklung und Fertigung von Oxydkathoden für Elektronenröhren auf ein sehr umfangreiches Versuchsmaterial stützen konnten und außerdem in der günstigen Lage waren, bei widerspruchsvollen Angaben in der Literatur in vielen Fällen durch eigene Untersuchungen eine Klärung herbeizuführen.

In der nun vorliegenden erweiterten 2. Auflage ist das Schrifttum bis 1949 berücksichtigt worden. Die ersten 5 Abschnitte, betreffend geschichtliche Entwicklung, Herstellung der Oxydkathode außerhalb und innerhalb der Röhre, die technischen Eigenschaften der Oxydkathode und Sonderkathoden, konnten bis auf einige wenige Verbesserungen und Erweiterungen unverändert übernommen werden. Die Behandlung der älteren Vorstellungen über die Wirkungsweise der Oxydkathode ist stark gekürzt und in die geschichtliche Einleitung hineingenommen worden. Die anschließenden Kapitel, die sich vor allem mit dem Emissionsmechanismus befassen, sind dagegen neu gegliedert und im Hinblick auf die neu gewonnenen experimentellen und theoretischen Erkenntnisse ergänzt worden. Die ursprüngliche Konzeption von der Oxydkathode als Halbleiter konnte dabei voll aufrechterhalten werden. Neben den technisch besonders wichtigen Erdalkalimischoxydkathoden ist nunmehr auch die Emission reiner Metalloxyde sowie derjenigen mit verschiedener Schichtzusammensetzung eingehender behandelt worden. Ausführlicher berücksichtigt ist jetzt auch die Ionenemission und die lichtelektrische Elektronenemission der Oxydkathoden.

Von einer weiteren Neuauflage würde man wohl erhoffen dürfen, daß das Verhalten der Oxydkathode in der Gasentladung etwas ausführlicher berücksichtigt würde. Nachdem die Leuchtstoffröhren mit Oxydkathoden sich für Allgemeinbeleuchtungszwecke durchgesetzt haben, werden nun wohl genau soviel Oxydkathoden für Gasentladungsröhren wie für Vakuumelektronenröhren verwendet, wobei die elektrischen Belastungen recht unterschiedlich sind. Auch die neuen aufschlußreichen optischen Untersuchungen an Bariumoxydeinkristallen von Sproull und Tyler dürften dann Berücksichtigung finden.

Die günstige Aufnahme, die die 1. Auflage in Kreisen der Technik und Wissenschaft gefunden hat, wird auch der 2. Auflage gewiß sein, da dieses Buch nicht nur eine wertvolle, verläßliche, klare Zusammenfassung des bisher Erreichten bringt, sondern zugleich viele Anregungen zu neuer Forschungsarbeit vermittelt.

E. Krautz (Braunschweig).

Eingegangen am 25. Juni 1951.

**Henecka, Hans: Chemie der Beta-Dicarbonyl-Verbindungen.** Organische Chemie in Einzeldarstellungen, Bd. 4. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1950. VI, 409 S. u. 10 Abb. Geb. DM 52.60.

Der Inhalt des Buches umfaßt folgende Hauptabschnitte: I. Konstitution — Keto-Enol-Desmotropie (29 S.), II. Alkylierungen und Acylierungen (12 S.), III. Halogenierung (13 S.), IV. Synthese der Beta-Dicarbonyl-Verbindungen (56 S.), V. Die Eisenchlorid-Reaktion (19 S.), VI. Acetessigester- und Malonestersynthesen (60 S.), VII. Reaktionen des Carbonyls (20 S.), VIII. Reaktionen des Methylens (32 S.), IX. Michaelsche Addition (60 S.), X. Selbstkondensationen (29 S.), XI. Cyclisierende Kondensation (66 S.).

Wie der Verf. im Vorwort zu seinem Werk betont, war es ihm vornehmlich darum zu tun, die vielfältigen Reaktionen der $\beta$-Dicarbonylverbindungen zu entwickeln und verständlich zu machen. Mit Hilfe der Lehre der modernen Elektronentheorie sollte dabei stets versucht werden, zu deuten, warum eine Reaktion in der beschriebenen Weise abläuft, auch dann, wenn die entwickelten Vorstellungen noch recht problematisch sind und lediglich als Vorschlag einer Deutung gewertet werden können.

Der Wert der Elektronentheorie als Anregung zu Diskussionen, als Hilfsmittel für den Synthetiker beim Auffinden geeigneter Reaktionsbedingungen und zur Förderung des Verständnisses von Reaktionen und dem reaktiven Verhalten von Verbindungen sei vom Ref. nicht bestritten. Man bedenke aber, daß die Aussagen auf Basis der Elektronentheorie nicht die Beweiskraft einer exakten Theorie haben. Sie stellen immer nur mehr oder weniger plausible, gefühlsmäßig gefundene Erklärungsversuche dar. Man fragt sich daher, was für einen Wert so weitgehende Spekulationen haben. Wenn für jede Reaktion eine „Erklärung" diskutiert wird, so wirkt das nach Meinung des Ref. nur ermüdend und ablenkend von den wirklich brauchbaren Deutungen. Hier vermißt man eine gewisse Selbstbeschränkung, wodurch der an sich guten Sache manchmal mehr gedient wäre. Jemand, der nicht ganz genau mit den Verhältnissen einer Reaktion vertraut ist, weiß ja nie, wo das Plausible aufhört und das Spekulative beginnt. Die negative Auswirkung auf den Studierenden ist bekanntlich die, daß er leicht dazu neigt, der „Theorie" vor dem Experiment den Vorzug zu geben.

Der Ref. möchte aber andererseits betonen, daß dem Verf. das große Verdienst zukommt, mit diesem Werk erstmalig die gesamte Chemie der $\beta$-Dicarbonylverbindungen in übersichtlicher Weise und umfassend dargestellt zu haben. Auf den Wert solcher Zusammenstellungen ist angesichts der immer mehr anschwellenden Literaturflut ja wiederholt hingewiesen worden.

Die in den Kreis der Betrachtungen einbezogenen Verbindungen sind offenbar nach genetischen Gesichtspunkten ausgewählt worden. Sie beschränken sich also nicht nur auf die reinen $\beta$-Dicarbonyle, sondern schließen ähnlich gebaute Verbindungen (z.B. den Cyanessigester) und oft auch die Folgeprodukte der Reaktionen mit ein.

Das vorliegende Werk wird dem synthetisch tätigen Forscher durch die Fülle zusammengestellter Reaktionen, Synthesen und reaktiver Eigenschaften der einzelnen Verbindungen mit den dazugehörigen Literaturhinweisen von großem

Nutzen sein. Dem Hochschullehrer bietet es für Vorlesung und Unterricht zahlreiches Material. Der Studierende wird beim Durcharbeiten des Buches viele Zusammenhänge kennenlernen, wodurch ihm das Verständnis und das Behalten von Einzeltatsachen erleichtert wird.

Das Buch ist mit sehr vielen, gut wiedergegebenen, übersichtlichen Strukturformeln ausgestattet, und dadurch wird das Verfolgen der einzelnen Reaktionsbeschreibungen sehr erleichtert.

H. B. König (Göttingen).

Eingegangen am 26. Juli 1951.

**Paech, Karl: Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe.** (Lehrbuch der Pflanzenphysiologie 1. Bd., 2. T.) Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1950. IX, 268 S., 18 Abb. Geb. DM 26.70.

Es war in mehrfacher Hinsicht verdienstvoll, wenn Paech den Versuch wagte, die „sekundären Pflanzenstoffe" zum Gegenstand einer gedrängten, lehrbuchmäßigen Darstellung zu machen. Viele dieser Verbindungen sind nicht nur für den Botaniker oder den Naturstoffchemiker von Interesse, sondern auch für zahlreiche Disziplinen der angewandten Forschung und für die Praxis selbst. „Sekundäre Pflanzenstoffe", wie Gerbstoffe, Glykoside, Alkaloide, Terpenoide usf. sind ja die für die Verwendung entscheidenden Inhaltsstoffe vieler technisch oder pharmazeutisch wichtiger Rohstoffe des Pflanzenreichs. Wer über diese Körperklasse eine moderne wissenschaftliche Auskunft suchte, stand vor einer mißlichen Aufgabe. Czapeks Biochemie ist immerhin 30 Jahre alt, Kleins Handbuch und Wehmers Pflanzenstoffe (warum wird dieses so unentbehrliche Werk nicht fortgesetzt?) dienen primär ganz anderen Zielsetzungen. Am ehesten konnte man noch in einigen Lehrbüchern der Pharmakognosie (Wasitzky, Moritz, Jaretzki) über die Drogeninhaltsstoffe, also über einen eng begrenzten Ausschnitt aus dem Gebiet der sekundären Pflanzenstoffe etwas erfahren. Ein knappes *Lehrbuch* der pflanzlichen Biochemie in deutscher Sprache ist aber seit den „Pflanzenstoffen" von Euler (1908!) nicht mehr erschienen. Eine Monographie über die sekundären Pflanzenstoffe fehlte überhaupt.

In vieler Hinsicht bedeutete Paechs Unternehmen ein Wagnis. Schon das „objectum materiale" eines Werks über sekundäre Pflanzenstoffe ist nicht eindeutig definiert. Denn die begriffliche Trennung der „primären" und der „sekundären" Pflanzenstoffe, wie sie Czapek formulierte, ist alles weniger als scharf. Eine kurze Übersicht über die Hauptabschnitte des vorliegenden Werkes möge darüber orientieren, was Paech unter sekundären Pflanzenstoffen begreift: die niederen Carbonsäuren, der Fettstoffwechsel der Pflanze, die Terpen-Verbindungen, die N-freien aromatischen Verbindungen (hydroaromatische Verbindungen, Phenole, Phenyl-Propan-Abkömmlinge, Verbindungen mit kondensierten Benzolkernen, die Flavan-Abkömmlinge), die N-haltigen sekundären Pflanzenstoffe. Schon dazu ließen sich natürlich mancherlei Fragen stellen, ob etwa die organischen Säuren des *Krebs*-Zyklus nicht eine zu sehr primäre und zugleich ubiquitäre Rolle im Stoffwechsel der Pflanzen spielen, als mit ihrer Einordnung in die sekundären Pflanzenstoffe verträglich ist; oder, man könnte lange darüber diskutieren, ob nicht die (nicht behandelten) Reservepolysaccharide oder gar die Membransubstanzen nicht zum mindesten das gleiche Recht auf einen Platz unter den sekundären Pflanzenstoffen beanspruchen dürfen wie die Fette. Immerhin hat der Verf. eines Lehrbuchs das gute Recht zu einer gewissen Subjektivität bei der Stoffauswahl, und man kommt bald zu der Überzeugung, daß Paech diese Auswahl in wohlüberlegter und deshalb durchaus befriedigenden Weise vorgenommen hat.

Das „objectum formale", also die leitenden Gesichtspunkte bei der Behandlung des Stoffes waren gewiß nicht minder schwierig, zumal im gegenwärtigen Stand der Erforschung der sekundären Pflanzenstoffe in ihren physiologischen Zusammenhängen. In den beiden einleitenden Kapiteln kennzeichnet Paech den Aufbau einer Art von Stammbaum der Pflanzenstoffe als Ziel seiner Darstellung (NB. Kapitel II, allgemeine Formen des Stoffwechsels, dürfte dem weniger vorgebildeten Leser nach Durcharbeitung des übrigen Werkes zur gewinnbringenden nochmaligen Lektüre dringend empfohlen werden). Wohl weiß Verf., wiederum mit Czapek, um die Problematik „der bestechend einfachen Beziehungen zwischen Strukturformeln" und um das Ungenügen „allzu schematischer Formelkombinationen". Aber was bleibt anderes als solche, wenn etwa auf dem Gebiet der Phenole oder der Terpenoide überhaupt ein roter Faden gefunden werden soll, also auf Gebieten, wo die Strukturaufklärung der Naturstoffchemiker gute Arbeit geleistet hat, die physiologisch-chemische Forschung aber noch in den ersten Anfängen steckt? Sicherlich würde es Verf. nicht als das geringste Verdienst seines Werkes buchen, wenn es durch seine Anregungen dazu beiträgt, daß auch in solchen Kapiteln das künstliche System der Strukturformeln recht bald durch ein natürliches System echter, experimentell gesicherter, physiologischer Zusammenhänge ersetzt werden kann.

Paech hat eine umfangreiche Literatur in einer gedrängten und zugleich inhaltsvollen, übersichtlichen und angenehm lesbaren Darstellung zusammengefaßt. Experimentelle Tatsachen und hypothetische Interpretationen sind auch für den weniger geschulten Leser überall klar unterscheidbar. Nicht nur Biologen und Chemiker werden das Werk mit großem Gewinn lesen; auch Pharmazeuten, welche ihre pharmakognostischen Kenntnisse in ein biochemisches System der Pflanzenstoffe einzubauen wünschen, werden daraus großen Nutzen ziehen. Wir haben dem Verf. herzlich zu danken, daß er sich von den angedeuteten und zahlreichen anderen, seinem Unternehmen notwendigerweise inhärenten Schwierigkeiten nicht zurückschrecken ließ. Er hat sich um eine sehr fühlbare Lücke in unserem Schrifttum angenommen und ein Werk geschaffen, dem weiteste Verbreitung zu wünschen ist.

M. Steiner (Bonn).

Eingegangen am 19. Juli 1951.

**Bonner, James: Plant Biochemistry.** New York: Academic Press Inc. 1950. XVII, 537 S., 142 Textabb. Leinen $ 6.80.

Um es vorweg zu sagen: Schon lange hat der Ref. keine Neuerscheinung der wissenschaftlichen Literatur seines engeren Fachgebiets mit solcher Freude und Befriedigung gelesen wie Bonners Plant Chemistry. Es ist gewiß, daß jeder, der sich über den modernen Stand unserer Kenntnisse auf dem Gebiet der pflanzlichen Biochemie orientieren will, sie mit der gleichen Freude und mit gleich großem Gewinn lesen wird; nicht zuletzt unsere Biologie-Studierenden, denen das Buch natürlich ein wesentlich umfangreicheres Tatsachenmaterial bietet, als es selbst unsere ausführlichen Lehrbücher der Pflanzenphysiologie zu geben vermögen. Sollte sich nicht ein deutscher Verleger finden, der für eine Übersetzung des trefflichen Werkes sorgt und dasselbe damit auch den Vielen zugänglich macht, denen die fremde Sprache noch eine Schranke zum Zugang bedeutet?

Das Programm Bonners wird durch einen Satz seines Einleitungskapitels (S. 1) klar umrissen: "We will discuss the manner in which plants synthesize some of their many chemical constituents, the functions of these constituents in the plant, and the ways in which these constituents may be again broken down or altered into still other constituents; in fact, we will discuss, in so far as it is possible, the metabolism of the plant." Damit ist auch über den Umfang des Stoffes schon allerlei festgelegt. So bringt das Buch nichts über die anorganischen Bestandteile der Pflanzen, soweit sich deren „Stoffwechsel" in Resorption, Speicherung und Ausscheidung erschöpft. Das Buch ist natürlich auch keine lexikalische Darstellung der Pflanzenstoffe schlechthin. Über viele — auch praktisch bedeutsame — Pflanzenstoffe wird man darin nur wenig oder überhaupt nichts finden. So werden die Saponine in knapp 2 Zeilen, die Gerbstoffe in 2 kurzen Notizen ganz beiläufig erwähnt. Den Alkaloiden sind nur 6 Seiten eingeräumt, und etliche Basen der Nikotin- und Atropingruppe sind die einzigen, die überhaupt mit Namen genannt werden. Der Inhalt des Buches wird durch folgende Kapitelüberschriften gekennzeichnet: I. Kohlenhydrate und Kohlenhydratstoffwechsel, II. Die Zellmembran und der Zellmembranstoffwechsel, III. Pflanzensäuren und Pflanzenatmung, IV. Stoffwechsel der Stickstoffverbindungen, V. Sekundäre Pflanzenstoffe (Lipide, ätherische Öle, Carotinoide, Kautschuk, Anthocyane und Anthochlore) und VI. Gewisse Aspekte des Pflanzenwachstums (Pflanzenwuchsstoffe, Photosynthese — eine gewiß eigenwillige Kapitelfassung!). Die Darstellung ist bis ins letzte klar und übersichtlich und stets von jener sachbezogenen Nüchternheit, welche den Stil des amerikanischen "textbook" in seinen besten Repräsentanten so vorteilhaft kennzeichnet. Methodische Voraussetzungen, die zum Verständnis der sachlichen Ergebnisse wesentlich erscheinen, werden mit genügender Ausführlichkeit gebracht; so etwa im 1. Kapitel, Kohlenhydrate, die erschöpfende Methylierung als Weg der Konstitutionsaufklärung einfacher und polymerer Zucker, das Schema für die Trennung der Lipidfraktionen in Teil V usf. Lange

theoretische Erörterungen wird der Leser in BONNERS Buch vergeblich suchen. An den vielen Stellen, wo es dem Verf. wichtig erscheint, auf noch offene Probleme hinzuweisen, genügt ihm ein kurzer Satz wie etwa der: "We do not yet understand the intermediate metabolism of the process."

Schließlich möchte der Ref. noch einen Vorzug des Buches gerade deswegen nicht unerwähnt lassen, weil er leider bei vielen amerikanischen Werken keineswegs selbstverständlich ist: unter den mehr als 1000 Literaturzitaten finden wir wirklich auch alle wichtigen einschlägigen Arbeiten des deutschen und überhaupt des außeramerikanischen Schrifttums verzeichnet. M. STEINER (Bonn).

Eingegangen am 19. Juli 1951.

**Niethammer, A., M. Berninger und R. Krehl-Nieffer: Mikrobiologische Heilmittel.** Kosmos-Gesellschaft. Stuttgart: Franckh 1951. 117 S. DM 5.80.

Dieses Büchlein kann bis zu einem gewissen Grade einen nützlichen Zweck erfüllen, wenn es weitere Kreise auf die Verbreitung und Bedeutung antibiotischer Erscheinungen aufmerksam macht. Im I. Kapitel werden historische Angaben gemacht, im II. die Mikroorganismen und die von ihnen gebildeten Antibiotika aufgezählt. III. Testmethoden. IV. Aufzählung der wirksamen Antibiotika. V. Schwankungen der Hemmstoffproduktion. VI. Wirkungsbereich der Antibiotika. VII. Praktische Anwendungsmöglichkeiten (dieser Abschnitt nur ganz kurz). VIII. Nährsubstrate der Mikroorganismen und die Erhaltung der Kulturen.

Offenbar sind sich aber die Verff. der Schwierigkeiten nicht ganz bewußt gewesen, im Augenblick ein solches Buch zu schreiben bzw. sie haben die Arbeit etwas leicht genommen. So bestehen die Kap. II und IV (Hälfte des Buchumfanges) aus einer Aufzählung der Mikroorganismen und Antibiotika, die der Fachmann eingehender und brauchbarer (es werden z.B. keine Konstitutionsformeln gegeben) an anderer Stelle findet, die für den Nichtfachmann aber lediglich eine Liste bedeutet, unter deren Namen er sich nichts vorstellen kann. Literaturhinweise dazu werden aber nur gelegentlich gegeben. Auch in den anderen Kapiteln ist die Darstellung wenig befriedigend: Die einzelnen Dinge scheinen zu sehr aus der spärlich ausgewählten Literatur, wobei zahlreiche im Text genannte Autoren im Literaturverzeichnis fehlen, aneinandergereiht. Das ist um so bedauerlicher, als wir in Deutschland auf diesem Gebiet gar sehr hinterher hinken.

Das gibt dem Ref. aber Gelegenheit, einige historische Ergänzungen in Hinsicht auf deutsche Vorläufer zu machen, zumal die vorliegende Darstellung nicht ganz zutreffend ist. Es ist nicht richtig, wenn die Verff. sagen, daß S. A. WAKSMAN bereits im Jahre 1916 und 1917 antibiotische Erscheinungen bei Bodenpilzen kennenlernte und auf den Antagonismus zwischen Bodenpilzen und Bakterien hingewiesen habe. Tatsächlich hat WAKSMAN, der verdienstvolle Entdecker des Streptomycins, diesen Anspruch selbst gar nicht erhoben und erwähnt in seiner ersten, 1936 erschienenen Zusammenfassung antibiotischer Erscheinungen jene eigenen Veröffentlichungen überhaupt nicht, in denen sich denn auch tatsächlich kein Hinweis auf antibiotische Beziehungen findet.

Andererseits muß mit allem Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß LIESKE sich bereits 1921 ziemlich eingehend mit dem antagonistischen, wie es damals genannt wurde, Verhalten von Aktinomyceten gegen pathogene Keime, so auch gegen das bekannte Testobjekt *Staphylococcus* (S. 138 bis 143 seines Strahlenpilzbuches) befaßt hat. Und 1923 wurde, was in der ganzen angelsächsischen Literatur übersehen ist, durch FALCK das Sparassol aus *Sparassis ramosa* als kristallisiertes Produkt gewonnen, als wirksamer Stoff zur Unterdrückung anderer Pilze erkannt und anschließend im gleichen Jahr durch WEDEKIND und FLEISCHER in seiner Konstitution aufgeklärt, so daß schon damals ein Antibiotikum als biologisch wirksames Agens erkannt und als chemisches Individuum gefaßt war. (Entdeckung der antibiotischen Wirkung des penicillinbildenden Pilzes durch FLEMING 1929, erster Schritt zur Konstitutionsaufklärung 1940.) Weitere Ergänzungen: HARDER beschäftigte sich bereits 1911 mit dem antagonistischen Verhalten in Mischkulturen, DE BARY schon 1879 ebenfalls mit dem Antagonismus von Mikroorganismen. Andererseits fehlt in der vorliegenden Darstellung ein Hinweis auf neuste deutsche Arbeiten, so der Schule BROCKMANN auf dem Gebiete der chemischen Erforschung der Aktinomyceten-Antibiotika und von WINTER auf dem Gebiete der antibiotischen Beeinflussung von Pflanzenschädlingen.

Es sei noch angemerkt, daß es nicht Chloraphin heißt, sondern Chlororaphin, und daß sich weitere Unstimmigkeiten finden. Bei Chloromycetin hätte der neue Name Chloramphenicol erwähnt werden können. Ungewöhnlich viele Fehler finden sich im Literaturverzeichnis.

AUGUST RIPPEL-BALDES (Göttingen).

Eingegangen am 23. Juli 1951.

**Schanderl, Hugo: Die Mikrobiologie des Weines.** Handbuch der Kellerwirtschaft, Bd. II[1]) Stuttgart: Eugen Ulmer 1950. 211 S. u. 108 Abb. Geb. DM 12.—.

Die Arbeiten von Prof. Dr. H. SCHANDERL-Geisenheim a. Rh. sind zum Teil ebenso aktuell wie umstritten, so auch das hier zu besprechende Buch, mit dessen textlicher Darstellung der kritische Leser ebenfalls nicht in allen Punkten übereinstimmen kann. Ich möchte das Buch von zwei Seiten her beurteilen: Einmal hinsichtlich der Wiedergabe des objektiv gegebenen Tatsachenmaterials und dann unter dem Hinweis auf die vielfach völlig persönliche Note, die der Verf. in der Behandlung einer Reihe von Fragen dem Text verleiht. Eine persönliche Note soll jedes gute Lehrbuch tragen, aber das vom jeweiligen Autor gegebene Gepräge muß im Rahmen gewisser Grenzen liegen, die bei der Darstellung problematischer Fragen wohl unterscheiden lassen zwischen Tatsache und Hypothese.

Im ersten Abschnitt des Buches: Die Mikroflora der Obstfrüchte, Moste und Weine wird besonders den im Weinbau eine Rolle spielenden Hefen eine ausführliche Darstellung gewidmet. Zu der hier auch behandelten Frage des biologischen Säureabbaues ist einiges zu sagen.

SCHANDERL möchte die von mir gegebene Darstellung (Arch. f. Mikrobiologie **14**, 509 (1949)] in Frage stellen, nach welcher beim biologischen Säureabbau der Zerfall der Äpfelsäure eine Oxydoreduktion (Dismutation) darstellt und das dafür verantwortliche *Bacterium gracile* seine zum Lebensunterhalt notwendige Energie aus der oxydativen (exothermen) Phase entnimmt, die beim Verbrennen der Äpfelsäure bis zu Wasser führt, während die reduktive (endotherme) Phase Milchsäure ergibt. SCHANDERL möchte annehmen, daß die besagte Energie für das *Bact. gracile* aus Eiweißstoffen rührt. Daß, wie SCHANDERL schreibt, K. HENNIG und OHSKE beim Säureabbau einen Rückgang des Aminostickstoffes im Wein feststellen konnten, ist gewiß kein Argument dafür, daß organische N-Verbindungen dazu verbraucht würden, um den *kalorischen* Umsatz des *Bact. gracile* zu bestreiten! Wir müssen ja doch im Stoffwechsel zwei Prozesse unterscheiden: einen *assimilatorischen Baustoffwechsel* und einen *dissimilatorischen Betriebsstoffwechsel*. Zur Bestreitung des ersteren, also zur *Vermehrung* des *Bact. gracile*, ist selbstverständlich auch Stickstoff notwendig, aber es ist kaum anzunehmen, daß zur Bestreitung des kalorischen Haushaltes ebenfalls Eiweißstoffe herangezogen werden, solange Kohlenhydrate, im vorliegenden Falle Äpfelsäure, zugegen ist.

Wenn, wie SCHANDERL glaubt, das *Bact. gracile* die zu seiner Entwicklung notwendigen Nährfaktoren restlos aus dem sog. Hefetrub (= autolysierte Weinhefe) bestreiten würde, dann wäre der Säureabbau kein Problem, denn diese Voraussetzungen sind ja alljährlich im Wein gegeben, und dennoch verläuft dieser Prozeß von Jahr zu Jahr in verschieden starkem Maße, weil eben der Hefetrub seine für *Bact. gracile* notwendigen biochemischen Qualitäten weitgehend von der Qualität der Weintrauben erhält.

Schließlich ist es auch nicht so, daß der biologische Säureabbau stets erst nach der alkoholischen Gärung einsetzen würde. Es sind genug Fälle bekannt, und zwar besonders die *sonnenreichen Qualitätsjahrgänge*, in welchen der Säureabbau bereits mit der alkoholischen Gärung einsetzt. Außerdem kennen wir ja auch im Traubensaft einen Säureabbau, obwohl der erstere frei ist von hefeartigen Stoffen.

Auf Seite 110 (Fußnote) stehen die lapidaren Worte SCHANDERLS, meine Behauptung, daß Zugabe von $CaCO_3$ zum Wein nur dessen Titrationsazidität herabgesetzt, aber sein $p_H$-Wert praktisch keine Verschiebung erleiden würde, sei falsch. Damit sagt SCHANDERL zugleich, daß der Wein praktisch nicht gepuffert sei. Hier liegt ein Irrtum vor! Der Wein zeigt ein erhebliches Maß von Pufferungsvermögen. Die jüngsten Ausführungen von SCHANDERL (Wein und Rebe 1950/51) kann ich im Rahmen meines Arbeitsgebietes leider nicht nachprüfen.

[1]) Band I: Technologie der Weinbereitung und Weinpflege von G. TROOST-Geisenheim a. Rh. — Band III: Weinchemie und Weinanalyse von E. VOGT-Freiburg i. Br.

Im Rahmen dieses Kapitels gibt SCHANDERL seine Darstellung über das „Mäuseln" der Weine, das er auf einen zu hohen $r_H$-Wert im Wein zurückführt und damit das bisher dafür verantwortlich gemachte *Bact. mannitopoeum* als unschuldig bezeichnet.

Soweit die eine, sachlich zu wertende Seite des Buches.

Um nun der anderen, problematischen Seite der Darstellung ein gewisses Verständnis entgegenbringen zu können, dünkt es mich zweckmäßig, einige Daten mit den speziellen SCHANDERLschen Darstellungen, in deren Mittelpunkt die Chondriosomen stehen, zu verknüpfen. So ist es von einigem Interesse, in welch vielseitiger Weise die Funktion dieser Zellgebilde im Laufe der Jahrhunderte bis zur Gegenwart immer wieder erörtert worden ist. Ob es sich um die Ausbildung gewisser Organe handelt, um die Bildung von Sekretions- und Speicherstoffen analog der Stärkebildung in den Plastiden, von fettartigen Produkten, oder ob es sich um die Oxydations- und Reduktionsprozesse bzw. Fermentproduktion handelt, ob es darum geht, daß Chondriosomen Mikroorganismen seien, die im pflanzlichen Gewebe existieren bzw. mit diesem Gewebe höherer Organismen in Symbiose leben, daß Chondriosomen auf Nährагar kultiviert werden können, daß sie als Vererbungsträger des Protoplasmas oder als protoplasmatisches Idioplasma anzusprechen seien, immer stehen diese Zellgebilde im Mittelpunkt des Interesses. Das Bemerkenswerte, im ganzen gesehen, ist aber, daß von den verschiedenen Autoren Angaben sowohl pro wie auch contra vorliegen. Wenn nun den Chondriosomen im Laufe der letzten 50 Jahre so viele Eigenschaften zugesprochen werden konnten, dann liegt doch die Frage nahe, wie das zu erklären sei. Woran mag es liegen, daß die einmal von RUHLAND und WETZEL als eindeutig erkannte Tatsache, daß Chondriosomen in Plastiden übergehen können und umgekehrt, heute wieder als fragwürdig gilt?

Was sagt nun SCHANDERL zu der seit Jahrzehnten diskutierten Frage nach der Aufgabe der Chondriosomen? Er wirft die ganze Problematik von neuem auf, *ohne jedoch* — das muß hervorgehoben werden — *den exakten Beweis für seine Behauptungen zu liefern*. Ref. hat 1940/42 wiederholt versucht, genau nach der seinerzeit geltenden Angabe von SCHANDERL — heute lauten diese Angaben anders — Mikroben in einer ganzen Reihe von Pflanzen nachzuweisen, was aber, von einigen Infektionen abgesehen, nicht gelungen ist. Aber gerade diese wenigen Ausnahmen erhebt SCHANDERL zur Regel, mit dem Hinweis, daß diese Mikrobenentwicklung aus pflanzlichem Gewebe wohl erfolgen kann, aber nicht muß. Hierzu ist zu sagen, daß es eine weit verbreitete Tatsache ist, daß im pflanzlichen Gewebe Mikroben der verschiedensten Arten vorkommen können, was ja zahlreiche andere Autoren seit Jahrzehnten auch feststellten, Auch die Frage einer N-Assimilation von seiten dieser Mikroben wird schon seit der Jahrhundertwende immer wieder erörtert, besonders hinsichtlich der Hefen, sowohl pro wie contra. Unter den letzteren zitiere ich besonders die Arbeiten von F. REINDEL 1943/44, von A. RIPPEL-BALDES 1948 und W. FISCHER 1948. Diese mit aller Sorgfalt durchgeführten Untersuchungen konnten die SCHANDERLschen Angaben nicht bestätigen. Desgleichen erhalte ich von C. STAPP soeben die Mitteilung, daß auch er die Frage einer N-Assimilation durch Kahmhefen wie auch die Chondriosomen-Regeneration zu Bakterien nachgeprüft habe und in beiden Fällen SCHANDERL nicht bestätigen könne.

Die Behauptung SCHANDERLs, daß grundsätzlich alle Pflanzen den elementaren Stickstoff der Luft assimilieren, fordert zu der Frage heraus, warum der Landwirt, um gute Erträge zu erzielen, dem Ackerboden überhaupt noch einen N-Dünger geben muß, und zwar mit bestem Erfolg. Auch der sog. „Startstickstoff", von dem SCHANDERL spricht, reicht in keiner Weise aus, um jene Ernteerträge zu gewährleisten, die eine gute N-Düngung sichert. Das ist eine längst abgetane Erfahrung der Agrikulturchemiker, die nach den Ertragsgesetzen geradezu mit mathematischer Sicherheit verfolgt werden kann. Was bedeutet es, wenn auf den Geisenheimer Quarzhalden sporadisch Pflanzen gedeihen? In den Niederschlagsmengen sind aus der Luft nach P. HOLDEFLEISS etwa 0,0006% N enthalten. Das sind bei 500 mm Jahresniederschlag zusammen 30 kg N/ha!

Es kann nicht überraschen, wenn SCHANDERL glaubt, daß auch die für den biologischen Säureabbau im Wein verantwortlichen Milchsäurebakterien bereits in den Weinbeeren chondriosomenhaft enthalten seien, wie auch die entsprechenden Bakterien in sonstigem Obst, Gemüse und in Silagefutter, um gewissermaßen von Fall zu Fall dann ihre Aufgabe zu erfüllen. Kurz, die Chondriosomen entwickeln sich offenbar immer zu jenen Bakterien, die gerade zweckmäßig erscheinen. Völlig abwegig mutet der nicht weiter begründete Satz auf Seite 58 unten an, daß zwischen Kahmhefen und *Azotobacter* eine nahe Verwandtschaft bestünde.

Das Buch mit seinen rund 200 Seiten ist zum Teil eine wertvolle, den heutigen Anforderungen gerecht werdende Einführung in die Wissenschaft von der Mikrobiologie des Weines, reich versehen mit Bildern, Tabellen und Kurven. Ob die relativ ausgedehnten Kapitel problematischer Natur in diesem Rahmen eines Lehrbuches angebracht sind, erscheint mir sehr fragwürdig. Diese Seiten des Buches können den einen oder anderen Schüler, wenn er nicht gerade bei SCHANDERL sein Examen ablegt, hinsichtlich dieser Fragen in Verlegenheit bringen.

K. RIPPEL.
(Bayer. Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan, Freising).

Eingegangen am 5. Juli 1951.

**Kolkwitz, R.: Ökologie der Saprobien.** Über die Beziehungen der Wasserorganismen zur Umwelt. Nr. 4 der Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene Berlin-Dahlem. Stuttgart: Piscator 1950. 64 S. Kart. DM 5.—.

Saprobien bedeutet Fäulnis-Organismen; der Ausdruck ist für die Verhältnisse in Gewässern geprägt und umfaßt alle darin befindlichen Lebewesen, gegliedert nach Poly-, Meso-, Oligo-Saprobien und Katharobien, von links nach rechts den zunehmenden Reinheitsgrad des Wassers kennzeichnend. Verf. hat sich seit vielen Jahrzehnten mit diesen für die Beurteilung der Gewässer wichtigen Lebewesen befaßt und zuerst zusammen mit MARSSON, dann nach dessen Tode (1909) allein das „Saprobiensystem" ausgebaut. Hier liegt die Summe dieser Arbeit, die biologische Analyse der Gewässer, vor.

Die Darstellung (ohne Abbildungen) führt listenmäßig zuerst die pflanzlichen, dann die tierischen (beide je die Hälfte des Umfanges) Lebewesen auf, von den einfachsten bis zu den höchsten, in der oben angegebenen, teilweise noch weiter aufgeteilten Gliederung. Für die meisten besonders wichtigen, d.h. auffallenden Arten ist eine kürzere oder längere Charakteristik der ökologischen Verhältnisse des Vorkommens gegeben. Es ist so durch die Erfahrungen des Verf. möglich, an Hand der festgestellten Lebewesen genau den Reinheits- bzw. Verschmutzungsgrad eines Gewässers festzustellen, und die hier vorgelegte Übersicht bietet das notwendige und willkommene Rüstzeug.

Der Ref. möchte allerdings darauf hinweisen, daß Bakterien und Pilze etwas zu stiefmütterlich behandelt sind, wenn auch der Hauptnachdruck der Darstellung auf den makroskopisch sichtbaren Formen liegt. So fehlen z.B. Hinweise auf folgende Bakterien: *Bacterium coli*, die Leitform des mit Fäkalien verunreinigten Wassers, die Bakterien der Desulfurikation, Denitrifikation, Stickstoffbindung (während z.B. fünf *Spirillum*-Arten aufgezählt sind); ferner fehlt ein Hinweis auf die zahlreichen wasserbewohnenden *Phycomyceten*. Der Ref. erwähnt dies nicht, um den Wert der wirklich guten Darstellung zu mindern, für deren praktischen Zweck die Erwähnung solcher Bakterienformen auch nicht einmal entscheidend wären, sondern weil er allgemein den Eindruck hat, daß die Bakteriologie des Wassers bei der Behandlung der Gewässerkunde hinter den übrigen biologischen Vorgängen ungebührlich stark zurücktritt, obwohl die durch Bakterien bewirkte Mineralisation das zweite notwendige Glied (neben der Stoffsynthese) im Kreislauf der Stoffe in der Natur ist.

A. RIPPEL-BALDES (Göttingen).

Eingegangen am 14. Juni 1951.

**Le Gros Clark, W. E., und L. S. B. Leakey: The miocene Hominoidea of East Africa. Fossil Mammals of Africa No 1.** British Museum (Natural History). London: Trustees of the British Mus. 1951. 117 S., 9 Taf. u. 28 Fig. 25s.

Nächst den Fundplätzen der Prähomininen (= Australopithecinen) in Transvaal steht das Viktoria-Nyanza-Becken gegenwärtig im Mittelpunkt der Primatenpaläontologie. Durch vorläufige Mitteilungen waren bereits eine Anzahl wichtiger Tatsachen über die in diesem Gebiet gehobenen reichen Funde fossiler Hominoidea aus sehr wahrscheinlich untermiozänen Schichten bekannt geworden. Die bisherigen Berichte ließen schon erkennen, daß hier ein Material geborgen worden war, das für zahlreiche Probleme der Primatenphylogenetik, insbesondere für die Frage der Differenzierung der

Pongidomorphen (Menschenaffenartigen) von vielleicht entscheidender Bedeutung ist und darüber hinaus auch Hinweise auf die phylogenetischen Zusammenhänge der beiden Hauptgruppen der Hominoidea, der Pongiden (Menschenaffen) und Hominiden (Menschen), bietet.

Nunmehr liegt eine erste ausführliche Darstellung des Materials aus der Hand des Oxforder Anatomen LE GROS CLARK und des erfolgreichen Ausgräbers LEAKEY vom Coryndon-Museum in Nairobi vor, die es gestattet, ein abgerundetes Bild von dem bisher geborgenen Fundmaterial und ein begründeteres Urteil über die mutmaßlichen phylogenetischen Beziehungen zu gewinnen. Es werden vorwiegend die während der Jahre 1948 und 1949 von der British-Kenya Miocene Expedition entdeckten Funde behandelt, aber auch das schon früher von HOPWOOD und MCINNES ergrabene Material wird mitberücksichtigt. Bis September 1948 lagen 214 Funde von Hominoiden, 13 von Cercopithecoiden und 13 von Galaginen vor. Dabei betonen die Verff., daß die gegenwärtige Monographie bei weitem keine erschöpfende Analyse des Fundmaterials darstellt. So wird manche der geäußerten Meinungen über die Bedeutung der anatomischen Merkmale von Schädel, Bezahnung und postkranialem Skelett notwendigerweise noch provisorisch sein.

Mit Spannung haben wir diese Monographie erwartet — und sie enttäuscht nicht! Wir müssen den Autoren dankbar sein, daß sie nach einer verhältnismäßig kurzen Zeit bereits eine derart umfangreiche Bearbeitung vorlegen. — Nach historischen Vorbemerkungen (Kap. I) wird zunächst eine Charakterisierung der Schichten gegeben, die in Ostafrika miozänes Hominoidenmaterial geliefert haben (Kap. II—VI). Die wichtigste Lokalität ist die Rusinga-Insel im Kavirondo-Golf des Viktoria-Sees. Die *genaue* zeitliche Ansetzung der Hominoidenschichten ist schwierig. Fast ausnahmslos scheinen die Funde aus gleichzeitigen Ablagerungen zu stammen. Es muß die Bearbeitung der Begleitfaunen abgewartet werden. Die Kombination dieser Faunen spricht nicht gegen die bisherige Datierung in das untere Miozän. Die Verff. machen aber auf den noch provisorischen Charakter dieser Zeitansetzung aufmerksam. Der nun folgende erste Hauptteil (Kap. VII) bringt die Diagnosen der bisher unterscheidbaren Gattungen und Arten. Es handelt sich um drei Gattungen: *Proconsul* HOPWOOD, *Sivapithecus* PILGRIM, *Limnopithecus* HOPWOOD. Die früher von HOPWOOD als *Xenopithecus* beschriebenen Reste werden jetzt zu *Proconsul* gestellt. — Die interessanteste Gruppe stellen die Arten der Gattung *Proconsul* dar. Es werden drei Arten unterschieden: *africanus* HOPWOOD, *nyanzae* LE GROS CLARK, *major* LE GROS CLARK & LEAKEY. Es handelt sich hier um besonders primitiv gebaute Hominoide. Die Gattung *Sivapithecus* ist deshalb so beachtenswert, weil sie aus den indischen Sivaliks als eine viel spätere pliozäne Form seit langem bekannt ist. *Limnopithecus* bietet Vergleichsmöglichkeiten mit den Gibbons. — Die detaillierte Beschreibung im zweiten Hauptteil (Kap. VIII) umfaßt 86 Seiten, dazu wird auf 9 Tafeln und zahlreichen Textfiguren ein reiches Anschauungsmaterial vorgelegt (die Wiedergabe der Fundstücke ist nicht durchwegs zufriedenstellend, vielleicht wäre teilweise eine andere Reproduktionstechnik günstiger gewesen). Es kann hier nur auf wenige Einzelheiten aufmerksam gemacht werden. Wir haben nunmehr eine genaue Beschreibung des berühmten, von Frau LEAKEY auf der Rusinga-Insel 1948 gefundenen Schädels von *Proconsul africanus* (des bisher einzigen fossilen Pongidenschädels, den wir besitzen) zur Verfügung. LE GROS CLARK hat den Versuch gemacht, das stark verdrückte Stück in seiner wahren Gestalt zu rekonstruieren. Die Besonderheiten des Schädels treten dabei stark in Erscheinung. Diese Rekonstruktion wird wahrscheinlich auf Kritik stoßen. Ref. hat an Hand eines Abgusses ebenfalls den Versuch gemacht, die Verdrückungen auszugleichen. Das Resultat ist von dem LE GROS CLARKs nicht wesentlich verschieden ausgefallen. Allgemein läßt sich über *Proconsul africanus* sagen, daß es sich um einen im Vergleich zu den heutigen Pongiden leicht gebauten Typ handelt. Die Symphysen- und Schneidezahnregion des Unterkiefers ist eng, die Schnauze entsprechend spitz. Das Gebiß ist primitiv pongid mit sektorialem 1. unteren Prämolaren ($P_3$), zeigt aber auch speziellere Differenzierungen. So findet sich an den oberen Molaren ein stark betontes inneres Zingulum. Die unteren Molaren besitzen Dryopithecus-Muster mit äußerem Zingulum. Die Intermaxillarnaht ist deutlich erhalten. Die Nasenöffnung ist ähnlich wie bei Cercopithecoiden gestaltet und erscheint wie durch die spitze Schnauze zusammengepreßt (vielleicht durch Verdrückung?). Dem Unterkiefer fehlt eine Basalplatte. Von besonderem Interesse ist der Bau der Frontal- und Orbitalregion. Es fehlt jede Andeutung eines Torus supraorbitalis (Überaugenwulst). Im Zusammenhang damit ist die Jochbeinregion und die seitliche Orbitalwandung zart gebaut. Frontalsinus (Stirnhöhlen) sind nachweisbar. Die Orbitae (Augenhöhlen) haben eine gedrückte, von den heutigen Pongiden stark abweichende Gestalt. Im ganzen also ein Schädelbau, der auffallend von dem der Pongiden verschieden ist und neben primitiv-pongiden auch cercopithecoide Züge aufweist. — Von Femur (Oberschenkel) und Humerus (Oberarm) sind Bruchstücke vorhanden, die mit einiger Wahrscheinlichkeit der Proconsulgruppe zugeschrieben werden können. Sie lassen den Schluß zu, daß hier keine Brachiatoren (Schwingkletterer oder Hangeler) vorliegen, sondern vielleicht vier„händige" Stemmgreifkletterer, die auch auf dem Boden zu leben vermochten. In der Größe variieren die Proconsularten von Gibbon bis Gorilla. Sie bildeten die Hauptmasse der untermiozänen Hominoidenfauna. — In einem Schlußabschnitt (Kap. IX) befassen sich die Autoren mit der Bedeutung der ostafrikanischen Hominoidenfunde für die Rekonstruktion der Phylogenie der höheren Primaten. Hier ist naturgemäß vieles höchst problematisch und auf den zur Zeit verfügbaren Fundbestand zugeschnitten. Die Kritik hat also manche Angriffsmöglichkeiten. Aber gut begründete Arbeitshypothesen können nur fördernd wirken! Die Funde haben zunächst eine für so frühe Zeiten überraschende Typenmannigfaltigkeit der Pongiden ergeben. Es ist also mit einer anfänglich sehr hohen Evolutionsgeschwindigkeit dieser Hominoidengruppe zu rechnen. In der Proconsulgruppe erblicken die Verff. ein repräsentatives Beispiel für die Evolutionsstufe, die die Pongiden im frühen Miozän erreicht hatten. Sie gehen über hylobatine Formen, ähnlich *Limnopithecus*, auf älteste pongide Typen zurück, für die *Propliopithecus* und *Parapithecus* als Modelle angesprochen werden. Der Bau der Proconsuliden bietet nach Auffassung der Autoren die Möglichkeit verzweigter Evolution einerseits zum Brachiatorentypus, andererseits zum bipeden Aufrechtgänger. Wenn auch die Proconsulformen keine *direkten* Beziehungen zur Entstehung des Hominoidenzweiges besitzen, so kommen sie doch in einer Anzahl von Merkmalen dem gemeinsamen anzestralen Stamm der Pongiden und Hominoiden nahe. Es scheint also, als ob das ostafrikanische Fundmaterial geeignet ist, eine Stütze zu bieten für die sich zur Zeit stärker in den Vordergrund der menschlichen Phylogenetik schiebende Auffassung einer relativ frühen Isolierung der Hominoidenlinie, in der keine brachiatorenartige Ausformung (auch von wenig extremer Ausprägung) erfolgt ist.

Die Ergebnisse der British-Kenya Miocene Expedition dürfen sicherlich als bedeutsam bezeichnet werden. Sie haben unser fossiles Pongidenmaterial in ungeahntem Ausmaß bereichert, sie haben dem bisherigen Bild der tertiären Entfaltung der Hominoiden wesentlich neue Züge aufgeprägt und die Hypothesenbildung über den Evolutionsweg der Hominoiden nachhaltig beeinflußt. — Hoffen wir, daß die unermüdliche Feldforschung der Ausgräber weitere reiche Früchte zeitigt und daß die Auswertung des Materials schnell fortschreitet. Hoffen wir auch, daß die wichtigsten Stücke bald in guten Abgüssen allgemeiner Beurteilung zugänglich gemacht werden. Die fortschreitende Diskussion der Befunde wird dann zu einer immer gefestigteren Theorienbildung über die Frühabschnitte der Phylogenie des Menschen führen.

GERHARD HEBERER (Göttingen).

Eingegangen am 9. Juli 1951.

**Berichtigung**

zu der Kurzen Originalmitteilung von HANS A. OFFE, WERNER SIEFKEN und GERHARD DOMAGK, Naturwiss. **39**, 118 (1952): Auf S. 118, linke Spalte, 5. Zeile von unten, muß es heißen „in einer Verdünnung von $10^{-8}$" statt $10^{-5}$.

Verantwortlich für den Textteil: Prof. Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg.
Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg.

## Lehrbuch der allgemeinen Metallkunde

Von Dr. **Georg Masing,** o. ö. Professor an der Universität Göttingen, Direktor des Instituts für Allgemeine Metallkunde, Göttingen. Unter Mitwirkung von Dr. Kurt Lücke, Assistent am Institut für Allgemeine Metallkunde, Göttingen. Mit 495 Abbildungen. XV, 620 Seiten. 1950.

DM 56.—; Ganzleinen DM 59.60

Aus den Besprechungen: ... Wer das Buch durchgearbeitet hat, wird empfinden, wie sich auf Grund des allgemeinen Wissens das Einzelergebnis vielfach in ein Ganzes einordnet. So ist das Buch ein Wegweiser zu einer allgemeinen wissenschaftlichen Grundlage für die Heranbildung der Jugend, in der es keine Trennung zwischen Leichtmetall-, Schwermetall- und Eisenfachmann gibt. Auch hier verwischen sich die Grenzen, wie sich in der modernen Naturwissenschaft die Grenzen zwischen den großen Wissenschaftsgebieten der Physik, Chemie und Biologie zu verwischen beginnen. Wenn immer von der Gefahr zunehmenden Spezialistentums infolge der Entwicklung der Naturwissenschaft gesprochen wird, so sollte man diese auf Grund der Entwicklung der Grundwissenschaften sich herausbildenden Zusammenfassungen als großen Gewinn nicht übersehen. Diesen Gewinn veranschaulicht das Buch von Masing; der Metallkundler wird dadurch angeregt, sich immer wieder mit den erforderlichen Grundwissenschaften zu beschäftigen; der Physiker, seine Theorien am Verhalten der Metalle zu überprüfen und sie für das Verständnis der Metallegierungen und zur Schaffung neuer Legierungen nutzbar zu machen ... *Eduard Houdremont in „Stahl und Eisen"*

## Grundlagen der Metallkunde in anschaulicher Darstellung

Von **Georg Masing,** o. ö. Professor an der Universität Göttingen, Direktor des Instituts für Allgemeine Metallkunde, Göttingen. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 140 Abbildungen. VIII, 148 Seiten. 1951.

Steif geheftet DM 12.60

Aus den Besprechungen: Es gibt kaum ein Gebiet der Metallverarbeitung und -verwendung, in welchem man nicht die Grundtatsachen der Metallkunde auch mit größtem praktischen Nutzen zur Anwendung bringen kann. Andererseits ist aber das Wissensgebiet der Metallkunde heute schon so umfangreich geworden, daß nur der Fachmetallkundler in der Lage ist, sich mit allen Einzelheiten zu beschäftigen. Es werden daher alle jene, die sich mit den Metallproblemen zu befassen haben, denen aber andererseits Möglichkeit und Zeit zu einer umfassenden Einarbeitung fehlen, das vorliegende Werk von Masing, das sich ausdrücklich auf die Grundlagen der Metallkunde beschränkt, mit Freude begrüßen. Es ist Masing gelungen, auf engstem Raum in klarer Darstellung alles Wesentliche darzustellen ... Die Darstellung ist „anschaulich", im besten Sinne des Wortes. Das Buch kann allen, die irgendwie mit Metallen zu tun haben, nicht dringend genug empfohlen werden. *„Berg- und Hüttenmännische Monatshefte"*

## Die thermodynamischen Eigenschaften der Metalloxyde

Ein Beitrag zur theoretischen Hüttenkunde. Von Dr.-Ing. **Werner Lange,** Professor für Metallhüttenkunde an der Bergakademie Freiberg. Mit 16 Abbildungen. V, 107 Seiten. 1949. DM 12.—

Aus den Besprechungen: Die reizvolle Monographie ist ... eine durchaus zu begrüßende Bereicherung des metallurgischen Schrifttums. Ihr besonderer Wert liegt darin, daß in ihr sorgfältig ausgewählte Reihenentwicklungen der spezifischen Wärmen zu finden sind, und zwar für eine große Zahl von Metallen, ihren Oxyden und den wichtigsten Gasen, die bei den Reduktionsgewichten auftreten ($CO_2$, $CO$, $O_2$, $H_2$, $H_2O$, $SO_2$, $H_2S$). Mit Hilfe dieser Reihenentwicklungen der spezifischen Wärmen, den Bildungswärmen der Oxyde und den im Schrifttum vorliegenden Ergebnissen von Messungen der Zersetzungsdrücke oder der Reduktionsgleichgewichte werden die Affinitätsgleichungen für diese Vorgänge berechnet. Durch ein solches Ineinanderrechnen der thermischen Daten mit den Ergebnissen der Gleichgewichtsuntersuchungen ergeben sich natürlich Beziehungen, die den beiden verwendeten Unterlagen gerecht werden und für viele Zwecke gut zu verwenden sind ... *„Stahl und Eisen"*

## Die katalytische Druckhydrierung von Kohlen, Teeren und Mineralölen. (Das I. G.-Verfahren von Matthias Pier.)

Von Dr. **Walter Krönig,** Hamburg. Mit 26 Abbildungen und 13 Schemata. VI, 266 Seiten. 1950.

Ganzleinen DM 39.—

Aus den Besprechungen: An Hand des vorliegenden Buches ist es dem interessierten Chemiker und Techniker möglich, in der lebhaften Schilderung eines Fachmannes die Grundlagen und technischen Einzelheiten eines Verfahrens kennenzulernen, das bisher nur in zahlreichen Einzelveröffentlichungen und Patentschriften beschrieben war. Es ist erfreulich, daß nunmehr die erste Monographie über die katalytische Druckhydrierung in Deutschland, dem Heimatland des Verfahrens, veröffentlicht wird ... Zusammenfassend läßt sich sagen, daß jedem, der die Herstellung synthetischer Kraftstoffe oder eine andere Frage des Kohlenwasserstoffgebietes bearbeitet, aber auch vielen, die die Technologie eines chemischen Verfahrens kennenlernen wollen, das Studium des Krönigschen Buches von großem Nutzen sein wird. *„Erdöl und Kohle"*

## Neue Entwicklungen auf dem Gebiete der Chemie, des Acetylens und Kohlenoxyds

Von Dr. phil. Dr. phil. nat. h. c. Dr.-Ing. eh. **Walter Reppe,** Direktor der badischen Anilin- und Soda-Fabrik Ludwigshafen/Rh., Leiter der Forschungslaboratorien. Mit 40 Textabbildungen. VIII, 184 Seiten. 1949.

DM 21.—; Ganzleinen DM 24.60

Aus den Besprechungen: ... Wer sich über diesen jüngsten und in wenigen Jahren zu großer Bedeutung gekommenen Teil der Acetylen-Chemie unterrichten will, wird mit Vorteil das vorliegende Buch zur Hand nehmen. Die klare, wenn auch knappe, an manchen Stellen vielleicht etwas zu knappe, Darstellung des Stoffes, ergänzt durch übersichtliche Tabellen der Reaktionen, gute Bilder sowie Verzeichnisse der Reaktionsprodukte und ein gutes Register dürften dazu beitragen, das vorliegende Buch in Fachkreisen besonders wertvoll erscheinen zu lassen. — Das Buch verdient Beachtung, da in ihm der Schöpfer dieser neuen „Baukasten-Chemie" erstmals eine Übersicht über seine Arbeiten und ihr Werden sowie die technische Auswertung gibt. *„Die Naturwissenschaften"*

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

## Anorganische Chemie auf physikalisch-chemischer Grundlage

Von Dr. phil. **Alfons Klemenc,** o. Professor an der Technischen Hochschule und Privatdozent an der Universität in Wien. Mit 117 Textabbildungen. XIX, 430 Seiten. 1951. Ganzleinen DM 24.—

Ein modernes Lehrbuch der anorganischen Chemie muß vor allem berücksichtigen, daß die Chemie heute auf der breiten Basis physikalisch-chemischer Forschung beruht und daß zwischen Chemie und Physik nur ein gradueller Unterschied besteht. Von diesem Gesichtspunkt aus hat der Verfasser das vorliegende Buch aufgebaut, das sich in gleicher Weise an Chemiker und Physiker wendet und vor allem für den Studierenden bestimmt ist. Im Vordergrund der Darstellung stehen jeweils die chemischen und physikalischen Vorgänge einer gegebenen Reaktion. Dabei wird auf den Ballast einer sowieso nicht zu bewältigenden Fülle von Einzelheiten verzichtet und dafür das Wesentliche der allgemein gültigen Gesetzmäßigkeiten mit der notwendigen Gründlichkeit behandelt. Der Lehrstoff ist so angeordnet, daß der Studierende möglichst früh instand gesetzt wird, die chemischen und thermodynamischen Grundgesetze sowie die „Physik des Ablaufes" chemischer Vorgänge zu verstehen. Dies wird zuerst in einfachen Systemen, wenn auch nicht ganz elementar, ausgeführt. Das Eingehen auf eine solche Problemstellung erfordert natürlich, daß die bisher in den Lehrbüchern behandelte experimentelle Methodik und die chemische Technologie auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Immerhin wurden die Technologie der Schwefelsäure und die Metallurgie des Eisens eingehender behandelt. Die Mineralogie, Kristallographie und Geochemie wurden soweit berücksichtigt, als dies im gegebenen Rahmen möglich und im Sinne der gestellten Aufgabe erforderlich war. So wurden z.B. die Seltenen Erden ausführlicher behandelt, weil sich an ihnen, neben anderen allgemeinen Verhalten, auch geochemische Betrachtungen schön entwickeln lassen.

## Anorganisch-präparative Chemie. Arbeitsmethoden und ausgewählte Beispiele

Von Professor Dipl.-Ing. Dr. techn. **H. Grubitsch,** Helsinki. Mit 222 Textabbildungen. XXIII, 479 Seiten. 1950. DM 29.—

Das Buch ist sowohl für das Praktikum im anorganisch-chemischen Hochschulunterricht als auch für den selbständig wissenschaftlich Arbeitenden geschrieben. Dem Verfasser kommt es vor allem darauf an, die Voraussetzungen einer exakten Durchführung von anorganischen Laboratoriumsarbeiten zu zeigen. Neben zahlreichen handwerksmäßigen Hinweisen enthält das Buch auch die grundlegende Theorie. In einem ersten allgemeinen Teil wird die Technik des Experiments speziell für den Anorganiker dargestellt. Im speziellen Teil ist die Auswahl der Präparate so getroffen, daß eine möglichst große Vielfalt von Arbeitsmethoden besprochen werden konnte.

## Das Wasserstoffperoxyd und die Perverbindungen

Von Dipl.-Ing. Dr. techn. habil. **Willi Machu,** Professor an der Universität Fouad I., Kairo/Ägypten. Zweite, neubearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 47 Textabbildungen. XII, 396 Seiten. 1951. DM 46.—; Ganzleinen DM 49.—

Aus den Besprechungen: Das Wasserstoffperoxyd ist, seinen besonderen Eigenschaften zufolge, eine Substanz, die nicht nur für den Theoretiker, sondern auch für den experimentell arbeitenden Chemiker, sei er nun Reaktionskinetiker, Biologe oder Industriechemiker, von bedeutendem Interesse ist. Der zentralen Stellung dieses Stoffes wird das vorliegende Werk, dessen erste Auflage schon bestens bekannt ist, vollauf gerecht. Es bringt nicht nur fast alle physikalischen und chemischen Daten und charakteristischen Eigenschaften der Substanz und ihrer Derivate, sondern behandelt auch alle wichtigen technologischen Grundlagen, wofür die einschlägige und neueste Literatur vollständig verarbeitet wurde.

Besonders hervorzuheben ist die Neuaufnahme der während des letzten Krieges in Deutschland gewonnenen Forschungsergebnisse über die Produktion, Lagerfähigkeit, Stabilität und reaktive Eigenschaften von höchstkonzentriertem Wasserstoffperoxyd . . .

*„Österreichische Chemiker-Zeitung"*

## Elektrochemie. Theoretische Grundlagen und Anwendungen

Von Dr. **Giulio Milazzo,** Istituto Superiore di Sanità, Rom. Professor inc. für Elektrochemie an der Universität Rom. Neubearbeitung der ersten italienischen Auflage ins Deutsche übertragen von Dr. **W. Schwabl,** Wien. Mit 108 Textabbildungen. XIII, 419 Seiten. 1952. Ganzleinen DM 36.—

Die Elektrochemie umfaßt heute in ihrer Theorie und Anwendung ein weites Feld. Der Verfasser, der aus einem Lande kommt, das in Vergangenheit und Gegenwart an der elektrochemischen Forschung maßgeblichen Anteil hatte und noch hat, ist der schwierigen Aufgabe eine Einführung in das Gesamtgebiet vor allem durch eine sorgfältige Stoffabgrenzung und Beschränkung auf das Wesentliche gerecht geworden. Noch konsequenter als in der ersten italienischen Ausgabe, die 1947 erschien und rasch ihren Weg machte, wird in der vorliegenden Neubearbeitung die Elektrochemie systematisch auf thermodynamischer Grundlage entwickelt. Überholte Hypothesen werden nicht behandelt, auch wenn sie in der Vergangenheit eine bedeutende Rolle gespielt haben. Dagegen geht der Verfasser auf alle modernen Theorien und Forschungsergebnisse ein, wobei er nicht nur den gesicherten Besitzstand unseres Wissens darstellt, sondern auch die noch vielfach offenen Fragen kritisch beleuchtet. In einem besonderen Kapitel wird die Elektrochemie der Kolloide ausführlich gewürdigt, der zweifellos in der weiteren Entwicklung der elektrochemischen Forschung eine wichtige Rolle zukommen wird. Die vielseitigen praktischen Anwendungen in der Industrie werden je nach ihrer Bedeutung so ausführlich behandelt, als zum Verständnis der prinzipiellen Grundlagen und der Technik des Verfahrens notwendig ist. Ein reiches Tabellenmaterial gestattet das bequeme Nachschlagen von Daten, die in der Literatur verstreut und nicht immer leicht auffindbar sind. Das Buch stellt deshalb nicht nur eine für den Studierenden bestimmte moderne Einführung in die Elektrochemie dar, sondern ist auch für den Chemiker im Betrieb und Forschungslaboratorium von praktischem Wert.

**SPRINGER-VERLAG / WIEN**

**Diesem Heft liegen zwei Prospekte des Springer-Verlages, Berlin · Göttingen · Heidelberg, bei.**


Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG. Würzburg. — Printed in Germany.